

**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 LECHE DE CABRA  
EN EL MUNICIPIO DE TUPIZA**

**POR:**

**SOLAIDA CONDORI CRUZ**

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

**OCTUBRE, 2021**

**TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

.....  
M.Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda

**DECANO a.i. DE LA  
FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez

**VICEDECANA a.i. DE LA  
FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

**DIRECTOR  
DPTO. BIOTECNOLOGÍA Y  
CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

.....  
M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

**DOCENTE GUÍA**

.....  
Ing. Weimar Torrejón Aguirre

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

.....  
Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

.....  
Ing. Juan pablo Herbas Barrancos

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

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

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas”.

Josué 1:9

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida, amor incondicional y ser la luz de mi camino, por haberme dado la fortaleza y esperanza para seguir adelante en cada momento.

A mis padres Rosmery Cruz y Salustiano Condori, por ser mi pilar fundamental, mis guías, e inculcarme valores, educación y por ser un ejemplo de vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiar cada uno de mis pasos, por ser mi fortaleza para seguir adelante y por la bendición de permitirme lograr esta etapa de mi vida.

A mis padres Salustiano Condori y Rosmery Cruz por su amor, motivación y apoyo incondicional que me han brindado en todo momento.

A mis hermanos por su cariño y todo el apoyo que me dieron para salir adelante.

A mis estimados docentes por las enseñanzas y conocimientos compartidos en mi formación profesional.

## ÍNDICE

Resumen

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo general.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza....	3
1.5	Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	5
1.6	Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	6
1.7	Marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza.....	7

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Definición del queso de cabra.....	9
2.1.1	Definición de queso fresco de cabra.....	9
2.1.2	Definición de queso madurado de cabra.....	9
2.2	Clasificación del queso de cabra.....	10
2.3	Tipos de queso de cabra.....	11
2.3.1	Queso fresco artesanal de cabra.....	12
2.3.2	Queso madurado de cabra.....	12
2.3.2.1	Propiedades nutricionales del queso fresco de cabra.....	13
2.4	Propiedades fisicoquímicas del queso de cabra.....	14
2.4.1	Proteína.....	14
2.4.2	Grasa.....	14
2.4.3	Minerales.....	14
2.4.4	pH.....	15
2.4.5	Agua.....	15
2.5	Análisis microbiológico del queso de cabra.....	15
2.6	Aplicaciones del queso de cabra.....	16
2.6.1	Aplicación del queso fresco de cabra.....	16

2.6.2	Aplicación del queso madurado de cabra.....	17
2.7	Materia prima para elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	17
2.7.1	Leche de cabra.....	17
2.7.2	Propiedades nutricionales de la leche de cabra.....	17
2.7.3	Características físico-químicas de la leche de cabra.....	18
2.7.3.1	Carbohidratos.....	19
2.7.3.2	Materia grasa.....	19
2.7.3.3	Materias nitrogenadas.....	20
2.7.3.4	Minerales.....	20
2.7.3.5	Acidez titulable.....	20
2.7.3.6	pH.....	20
2.7.3.7	Densidad.....	21
2.7.4	Análisis microbiológicos de la leche de cabra.....	21
2.7.5	Características organolépticas de la leche de cabra.....	22
2.7.6	Aplicaciones de la leche de cabra.....	22
2.8	Insumos utilizados en la elaboración del queso fresco y madurado de cabra.....	23
2.8.1	Cuajo.....	23
2.8.1.2	Aplicaciones del cuajo.....	23
2.8.2	Sal.....	24
2.8.4	Cloruro de calcio.....	25
2.8.5	Cultivo para queso de cabra.....	25
2.8.5.1	Cultivo Hansen R-704.....	26

### **CAPÍTULO III**

#### **INGENIERÍA DE PROYECTO**

3.1	Ingeniería de proceso para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	27
3.2	Selección de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	27
3.2.1	Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel artesanal.....	27
3.2.2	Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel piloto.....	28
3.2.3	Proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra a nivel industrial.....	28

3.2.4	Determinación del proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra para la planta piloto.....	28
3.3	Descripción de la leche de cabra como materia prima.....	29
3.3.1	Propiedades físicas y organolépticos de la leche de cabra.....	29
3.4	Insumos para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra..	29
3.5	Conservación de la leche de cabra.....	30
3.5.1	Almacenamiento de la leche de cabra en tanque de frío con agitación .....	31
3.5.2	Conservación del cultivo láctico.....	31
3.6	Método de coagulación para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	32
3.7	Diagrama de flujo para elaboración de queso fresco de cabra.....	32
3.7.1	Descripción del proceso de elaboración de queso fresco de cabra...	33
3.7.1.1	Recepción de materia prima.....	34
3.7.1.2	Higienización.....	34
3.7.1.3	Pasteurización.....	34
3.7.1.4	Pre-enfriamiento.....	34
3.7.1.5	Coagulación.....	34
3.7.1.6	Corte de la cuajada.....	35
3.7.1.7	Tratamiento térmico a la cuajada .....	35
3.7.1.8	Pre-prensado y desuerado 1.....	35
3.7.1.9	Salazón y desuerado 2.....	35
3.7.1.10	Moldeado.....	36
3.7.1.11	Prensado.....	36
3.7.1.12	Desmoldado .....	36
3.7.1.13	Envasado .....	36
3.7.1.14	Etiquetado .....	37
3.7.1.15	Almacenamiento.....	37
3.8	Diagrama de flujo para elaboración de queso madurado de cabra...	37
3.8.1	Descripción del proceso para queso madurado de cabra.....	38
3.8.1.1	Recepción de materia prima.....	39
3.8.1.2	Higienización.....	39
3.8.1.3	Pasteurización.....	39
3.8.1.4	Pre-enfriamiento.....	39
3.7.1.5	Fermentación.....	39
3.8.1.6	Calentamiento.....	40
3.8.1.7	Coagulación.....	40
3.8.1.8	Corte de la cuajada.....	40
3.8.1.9	Tratamiento térmico a la cuajada.....	40

3.8.1.10	Pre-prensado y desuerado 1.....	40
3.8.1.11	Salazón y desuerado 2.....	41
3.8.1.12	Moldeado.....	41
3.8.1.13	Prensado.....	41
3.8.1.14	Desmoldado.....	41
3.8.1.15	Envasado.....	41
3.8.1.16	Etiquetado.....	42
3.8.1.17	Madurado y almacenamiento.....	42
3.9	Diagrama de layout de procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	43
3.9.1	Diagrama de layout de proceso para elaboración de queso fresco de cabra.....	43
3.9.2	Diagrama de layout de proceso para elaboración de queso madurado de cabra.....	45
3.10	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	46
3.10.1	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso fresco de cabra.....	46
3.10.2	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de queso madurado de cabra.....	46
3.11	Diagrama de balance de materia para los procesos de elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	47
3.11.1	Diagrama de balance de materia para el proceso de elaboración de queso fresco de cabra.....	47
3.11.2	Diagrama de balance de materia para el proceso de elaboración de queso madurado de cabra.....	49
3.12	Cantidad de cabras productoras de leche en las comunidades del municipio de Tupiza.....	50
3.12.1	Producción de leche de cabra en las comunidades del municipio de Tupiza.....	50
3.13	Distribución porcentual de la leche de cabra para la producción de queso fresco y madurado para la planta piloto.....	51
3.14	Plan productivo de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	52
3.14.1	Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	52
3.15	Tamaño de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	53
3.15.1	Capacidad de producción de la planta procesadora de leche de cabra.....	53

3.16	Selección de maquinaria y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	54
3.17	Capacidad de uso de maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	55
3.18	Diseño y proyección general de distribución de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	56
3.18.1	Distribución en “L” de la sala de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	57
3.19	Distribución o layout de maquinaria y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra...	59
3.20	Dimensiones del equipamiento a implementar en la sala de proceso de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	61
3.20.1	Estimación de la altura de la planta piloto procesadora de leche.....	61
3.21	Estimación de la superficie o área requerida para el proceso de producción de la planta procesadora de leche de cabra.....	62
3.21.1	Cálculo para el dimensionamiento del largo de la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra.....	62
3.21.2	Cálculo para el dimensionamiento del ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.....	63
3.21.3	Cálculo del área de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.....	64
3.21.4	Determinación de la superficie de la planta procesadora de leche de cabra.....	64
3.22	Localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	65
3.22.1	Macro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	66
3.22.2	Micro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	66
3.22.2.1	Descripción de factores para la localización de la planta procesadora de leche de cabra.....	67
3.22.2.2	Análisis de micro localización económica para el transporte de materia prima y producto terminado para la implementación de la planta.....	68
3.22.2.3	Análisis económico para el transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en el municipio de Tupiza.....	68

3.22.2.4	Análisis económico para el transporte de materia prima y producto terminado para localización de la planta en la comunidad de Titihoyo.....	69
3.22.3	Método cualitativo por puntos para la micro localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	70
3.22.4	Ubicación de la planta procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza.....	71
3.22.5	Ubicación geográfica de la planta procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza.....	72
3.23	Impacto ambiental de la industria alimenticia.....	73
3.23.1	Tratamiento de efluentes de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	73

## **CAPÍTULO IV COSTOS DEL PROYECTO**

4.1	Costos de inversión para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	74
4.2	Costos fijos para inversiones de capital fijo para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	74
4.2.1	Costos de terreno e infraestructura para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	74
4.2.2	Costos de equipamiento para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	75
4.2.3	Costo de material complementario para la planta procesadora de leche.....	76
4.2.4	Costo de muebles y mobiliario para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	78
4.2.5	Costos de equipos de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	78
4.2.6	Costos de material de laboratorio para la planta procesadora de leche de cabra.....	79
4.2.7	Costo de material de seguridad para la planta procesadora de leche de cabra.....	80
4.2.8	Costos de caja de herramientas para la planta procesadora de leche.....	80
4.2.9	Costos de mobiliario y material de oficina para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	81

4.3	Costos de imprevistos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	81
4.4	Costos variables de la planta piloto procesadora de leche de cabra..	82
4.4.1	Costo de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	82
4.4.2	Costo de material de limpieza para la planta procesadora de leche de cabra.....	83
4.4.3	Costos de requerimiento del consumo de energía eléctrica para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	83
4.4.4	Costos de requerimiento del consumo de gas licuado de petróleo para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	84
4.4.4.1	Costos de requerimiento del consumo de gas para la elaboración de queso fresco en la planta piloto procesadora de leche de cabra..	84
4.4.4.2	Costos de requerimiento del consumo de gas para la elaboración de queso madurado en la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	85
4.4.5	Costos de requerimiento del consumo de agua para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	86
4.4.6	Costos de requerimiento de personal (mano de obra directa) para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	87
4.4.6.1	Base de cálculo por hora para los costos de requerimiento de personal para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	87
4.4.6.2	Costos de mano de obra para la elaboración de queso fresco y madurado en la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	88
4.4.7	Costos de mantenimiento para la planta piloto procesadora de leche.....	88
4.4.8	Costos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de cabra queso fresco y madurado.....	89
4.4.8.1	Costos de análisis fisicoquímico de la leche de cabra.....	90
4.4.8.2	Costos de análisis microbiológico de leche de cabra queso fresco y madurado.....	90
4.4.8.3	Costos de análisis fisicoquímico del queso fresco y madurado de cabra.....	91
4.5	Resumen de costos para inversión de activos fijos y capital de operación para implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	91
4.6	Costos unitarios para elaboración de queso fresco de cabra.....	93
4.7	Costos unitarios para elaborar queso madurado de cabra.....	94

4.8	Proveedores de maquinarias y equipos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	95
4.9	Proveedores de equipos y material de laboratorio para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	95

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones.....	96
5.2	Recomendaciones.....	98
	Bibliografía.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Ordeño de cabras, producción de leche y quesos en época de lluvia en la provincia Sud Chichas.....	2
Tabla 2.1	Propiedades nutricionales del queso fresco de cabra.....	13
Tabla 2.2	Análisis microbiológico del queso de cabra.....	16
Tabla 2.3	Composición nutricional para la leche de cabra.....	18
Tabla 2.4	Requisitos fisicoquímicos para la leche de cabra.....	18
Tabla 2.5	Propiedades microbiológicas de la leche de cabra.....	21
Tabla 3.1	Requisitos físicos para la leche de cabra.....	29
Tabla 3.2	Cantidad de cabras productoras de leche de las comunidades del municipio de Tupiza.....	50
Tabla 3.3	Producción de leche de cabra de las comunidades del municipio de Tupiza.....	51
Tabla 3.4	Distribución porcentual de la leche para elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	52
Tabla 3.5	Capacidad de producción de la planta procesadora de leche.....	54
Tabla 3.6	Capacidad de uso de la maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima.....	55
Tabla 3.7	Dimensiones del equipamiento a implementar en la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra.....	61
Tabla 3.8	Cálculo para el dimensionamiento del largo de la sala de proceso de la planta procesadora de leche de cabra.....	63
Tabla 3.9	Cálculo para el dimensionamiento del ancho de la sala de producción de la planta procesadora de leche de cabra.....	63
Tabla 3.10	Superficie de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	65
Tabla 3.11	Costos de transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en el municipio de Tupiza.....	69
Tabla 3.12	Análisis económico de transporte de materia prima y producto terminado para la localización de la planta en la comunidad de Titihoyo	69
Tabla 3.13	Determinación de mayor puntaje para la ubicación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	71
Tabla 4.1	Costo de terreno, material de construcción, edificación e instalación de servicios básicos para la planta piloto procesadora de leche.....	75
Tabla 4.2	Costo de maquinaria y equipos para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	76
Tabla 4.3	Costos de material complementario para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	77

Tabla 4.4	Costos de muebles y mobiliario para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	78
Tabla 4.5	Costos de equipos de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	78
Tabla 4.6	Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	79
Tabla 4.7	Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	80
Tabla 4.8	Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	80
Tabla 4.9	Costos de mobiliario y material de oficina para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	81
Tabla 4.10	Costos de imprevistos para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	81
Tabla 4.11	Costos de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	82
Tabla 4.12	Costos de material de limpieza para la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	83
Tabla 4.13	Consumo de energía eléctrica para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	84
Tabla 4.14	Consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso fresco de cabra.....	85
Tabla 4.15	Consumo de gas licuado de petróleo para la elaboración de queso madurado de cabra.....	85
Tabla 4.16	Consumo de agua potable para la elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	86
Tabla 4.17	Base de cálculo para costo de requerimiento de personal por hora.....	87
Tabla 4.18	Mano de obra para la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado.....	88
Tabla 4.19	Costos de mantenimiento de los equipos de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	89
Tabla 4.20	Costos de análisis fisicoquímicos de la leche de cabra.....	90
Tabla 4.21	Costos de análisis microbiológicos de la leche de cabra queso fresco y madurado de cabra.....	90
Tabla 4.22	Costos de análisis fisicoquímicos del queso fresco y madurado.....	91
Tabla 4.23	Resumen de costos de inversión para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	92
Tabla 4.24	Costo unitario para queso fresco de cabra.....	93
Tabla 4.25	Costo unitario para queso madurado de cabra.....	94



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra en el municipio de Tupiza.....	4
Cuadro 1.2a	Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	7
Cuadro 1.2b	Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	8
Cuadro 3.1	Caracterización de insumos utilizados en la elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	30
Cuadro 3.2	Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	53
Cuadro 3.3	Descripción de factores de localización de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	5
Figura 1.2	Árbol de objetivos para la implementación de una planta piloto procesadora de leche de cabra.....	6
Figura 2.1	Clasificación de los quesos de cabra.....	11
Figura 2.2	Queso fresco artesanal de cabra.....	12
Figura 2.3	Queso madurado de cabra.....	13
Figura 2.4	Aplicaciones de la leche de cabra.....	23
Figura 3.1	Proceso de elaboración de queso fresco de cabra.....	33
Figura 3.2	Proceso de elaboración de queso madurado de cabra.....	38
Figura 3.3	Diagrama de layout para el proceso de queso fresco de cabra.....	44
Figura 3.4	Diagrama de layout para el proceso de queso madurado de cabra.....	45
Figura 3.5	Diagrama de recorrido para elaboración de queso fresco de cabra.....	46
Figura 3.6	Diagrama de recorrido para elaboración de queso madurado.....	47
Figura 3.7	Diagrama de balance de materia para el proceso de queso fresco de cabra.....	48
Figura 3.8	Diagrama de balance de materia para proceso de queso madurado de cabra.....	49
Figura 3.9	Plano de distribución general de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	58
Figura 3.10	Layout de equipos de la planta piloto para elaboración de queso fresco y madurado de cabra.....	60
figura 3.11	Ubicación geográfica de la macro localización para la implementación de la planta piloto procesadora de leche de cabra.....	67
figura 3.12	Ubicación geográfica del terreno para la implementación de la planta procesadora de leche de cabra.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A Balance de materia en el proceso de elaboración de queso fresco y madurado de cabra
- ANEXO B Impacto ambiental de la industria alimenticia
- ANEXO C Especificaciones técnicas de maquinaria, equipos e instrumentos de laboratorio
- ANEXO D Proveedores de insumos para la planta piloto procesadora de leche de cabra