

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE QUESO DANBO”**

**POR:**

**CAROLA MABEL CASTRO QUISPE**

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

**AGOSTO DE 2016**

**TARIJA - BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mis amados padres Jacqueline y Alfredo, quienes con a su apoyo, paciencia, sacrificio y sobre todo, amor incondicional me han inspirado a seguir adelante y hacer realidad esta meta.

## **PENSAMIENTO**

Señor...

Si me das fortuna, no me quites la razón.

Si me das éxito, no me quites la humildad.

Si me das humildad, no me quites la dignidad.

*Mahatma Gandhi*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer ante todo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto en mi vida, haberme brindado salud y voluntad para alcanzar esta gran meta.

A mis padres por darme la vida y fundamentalmente por inculcarme los valores que ahora poseo que fueron la piedra angular para terminar con éxito mi carrera profesional.

A la universidad autónoma Juan Misael Saracho, que a través de la formación y orientación profesional brindada por los docentes hoy puedo culminar una etapa muy importante en mi vida.

A la empresa PIL Tarija por haberme dado la oportunidad de llevar a cabo el presente trabajo en sus instalaciones.

En fin, un agradecimiento sincero, a todas las personas que me acompañaron en este camino y confiaron siempre en mi progreso.

## ÍNDICE

### 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.....	4
1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5	HIPÓTESIS.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1	DEFINICIÓN DEL QUESO.....	6
2.1.1	HISTORIA DEL QUESO.....	6
2.1.2	IMPORTANCIA DEL QUESO.....	8
2.1.3	TIPOS DE QUESOS.....	8
2.1.3.1	CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS.....	9
2.2	CONSUMO Y USOS DEL QUESO.....	12
2.2.1	BENEFICIOS DEL CONSUMO DEL QUESO.....	13
2.3	QUESO DANBO.....	13
2.3.1	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES.....	15
2.4	MATERIA PRIMA.....	16
2.4.1	LA LECHE COMO MATERIA PRIMA.....	16
2.4.2	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA LECHE.....	17
2.4.3	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LECHE.....	19

2.4.3.1 AGUA.....	20
2.4.3.2 EXTRACTO SECO.....	21
2.4.3.3 GRASA.....	21
2.4.3.4 PROTEÍNAS.....	22
2.4.3.5 LACTOSA.....	23
2.4.3.6 SALES MINERALES.....	23
2.4.3.7 ENZIMAS.....	24
2.4.3.8 VITAMINAS.....	24
2.4.4 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE.....	25
2.4.4.1 ASPECTO.....	25
2.4.4.2 OLOR.....	25
2.4.4.3 SABOR.....	25
2.4.4.4 GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	25
2.4.4.5 CONCENTRACIÓN HIDROGENIÓNICA (pH).....	26
2.4.4.6 ACIDEZ.....	26
2.4.4.7 POTENCIAL DE OXIDACIÓN.....	26
2.4.4.8 VISCOSIDAD.....	26
2.4.4.9 PUNTO DE CONGELACIÓN.....	27
2.4.4.10 CALOR ESPECÍFICO.....	27
2.4.4.11 ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	27
2.4.5 PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE EN QUESO.....	28
2.5 INSUMOS O ADITIVOS ALIMENTARIOS.....	28
2.5.1 FUNCIONES Y CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS.....	29
2.5.2 CLORURO DE CALCIO.....	31
2.5.2.1 USOS DEL CLORURO DE CALCIO.....	32

2.5.2.2	IMPORTANCIA DEL CLORURO DE CALCIO .....	32
2.5.3	BACTERIAS LÁCTICAS (CULTIVO INICIADOR) .....	32
2.5.4	ENZIMAS COAGULANTES .....	34
2.5.5	CLORURO DE SODIO – SAL DE MESA .....	36
2.5.6	COLORANTES .....	36
2.5.7	NITRATOS .....	36
2.6	PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO .....	37
2.6.1	FACTORES INTERDEPENDIENTES QUE PARTICIPAN EN EL RESULTADO Y LA CARACTERIZACIÓN DEL QUESO .....	38
2.6.1.1	ESTANDARIZACIÓN DE LA LECHE .....	38
2.6.1.2	PASTEURIZACIÓN .....	39
2.6.1.3	ADICIÓN DE CULTIVOS LÁCTICOS .....	40
2.6.1.4	ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO (CaCl <sub>2</sub> ) .....	41
2.6.1.5	ADICIÓN DEL CUAJO .....	41
2.6.1.6	CORTE DE CUAJADA .....	42
2.6.1.7	CALENTAMIENTO DE LA CUAJADA .....	43
2.6.1.8	SEPARACIÓN DE LA CUAJADA Y EL SUERO (DESUERADO) .....	43
2.6.1.9	SALADO .....	44
2.6.1.10	MOLDEADO DE LA MASA .....	44
2.6.1.11	PRENSADO .....	45
2.6.1.12	MADURACIÓN .....	45

### **CAPÍTULO III**

#### **DISEÑO METODOLÓGICO**

3.1	DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL .....	47
-----	---	----

3.2	EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO .....	47
3.2.1	EQUIPOS DE PROCESO .....	47
3.2.1.1	TINA DOBLE CAMISA .....	47
3.2.1.2	PRENSA HIDRÁULICA VERTICAL .....	48
3.2.1.3	ENVASADORA AL VACÍO .....	48
3.2.1.4	TINA DE SELLADO .....	49
3.2.2	INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE LABORATORIO .....	50
3.2.2.1	BALANZA MECÁNICA .....	50
3.2.2.2	BALANZA ANALÍTICA .....	50
3.2.2.3	CENTRÍFUGA .....	51
3.2.2.4	OTROS MATERIALES DE LABORATORIO .....	51
3.2.3	MATERIALES COMPLEMENTARIOS .....	52
3.3	MATERIA PRIMA .....	53
3.4	INSUMOS .....	53
3.5	DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO DANBO .....	54
3.5.1	RECEPCIÓN DE LECHE .....	56
3.5.2	ESTANDARIZACIÓN .....	56
3.5.3	ADICIÓN DE FERMENTOS LÁCTICOS (PRE MADURACIÓN) .....	56
3.5.4	ADICIÓN DE INSUMOS .....	57
3.5.5	COAGULACIÓN .....	57
3.5.6	CORTE DE LA CUAJADA – 1ER REMOVIDO .....	58
3.5.7	PRE DRENAJE DEL SUERO .....	59
3.5.8	CALENTAMIENTO .....	59
3.5.9	REMOVIDO FINAL .....	59
3.5.10	DESUERADO .....	60

3.5.11 MOLDEADO .....	60
3.5.12 PRENSADO .....	60
3.5.13 SALADO POR INMERSIÓN EN SALMUERA .....	60
3.5.14 ENVASADO .....	61
3.5.15 MADURADO Y ALMACENADO .....	61
3.6 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS ..	61
3.6.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA ....	61
3.6.1.1 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA (LECHE PASTEURIZADA) .....	61
3.6.1.2 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA (LECHE PASTEURIZADA) .....	62
3.7 MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE MUESTRA PATRÓN PARA QUESO DANBO .....	63
3.8 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO PARA OBTENCIÓN DE QUESO DANBO .....	63
3.8.1 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	63
3.8.1.1 DISEÑO FACTORIAL .....	64
3.8.1.2 DISEÑO FACTORIAL 22 EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN: SELECCIÓN DE VARIABLES .....	64
3.8.2 EVALUACIÓN SENSORIA .....	66
3.8.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO DANBO .....	68
3.9 DETERMINACIÓN DEL COLOR EN EL PRODUCTO FINAL .....	68
3.10 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL ....	68
3.10.1 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	69
3.10.2 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	69
3.10.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO “QUESO DANBO” .....	70

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	71
4.1.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE PASTEURIZADA ..	71
4.1.2	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE PASTEURIZADA .....	72
4.2	DETERMINACIÓN DE MUESTRA PATRÓN DE QUESO DANBO .....	72
4.2.1	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO COLOR .....	73
4.2.1.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO COLOR .....	76
4.2.2	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO OLOR .....	76
4.2.2.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO OLOR .....	78
4.2.3	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR .....	79
4.2.3.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO SABOR .....	81
4.2.4	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL ATRIBUTO TEXTURA .....	82
4.2.4.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO TEXTURA .....	84
4.2.5	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA ACEPTABILIDAD .....	85
4.2.5.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA LA ACEPTABILIDAD .....	87
4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL .....	90
4.3.1	DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE MADURACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE QUESO DANBO .....	90
4.4	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL QUESO DANBO .....	100
4.4.1	EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO DANBO ATRIBUTO OLOR .....	100
4.4.1.1	PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO OLOR .....	102

4.4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO DANBO ATRIBUTO SABOR .....	103
4.4.2.1 PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO SABOR .....	106
4.4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO DANBO ATRIBUTO TEXTURA .....	106
4.4.3.1 PRUEBA ESTADÍSTICA PARA EL ATRIBUTO TEXTURA .....	109
4.4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN QUESO DANBO ACEPTABILIDAD .....	109
4.4.4.1 PRUEBA ESTADÍSTICA PARA LA ACEPTABILIDAD .....	111
4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL COLOR EN QUESO DANBO .....	112
4.6 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO FINAL .....	115
4.6.1 PARÁMETROS FÍSICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	115
4.6.2 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	115
4.6.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL .....	116
4.6.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL .....	116
4.6.4.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA LOS ATRIBUTOS .....	117
4.7 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ENVASE .....	118
4.8 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE QUESO DANBO .....	120
4.8.1 BALANCE DE MATERIA .....	121
4.8.1.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE ESTANDARIZACIÓN DE LECHE PASTEURIZADA .....	123
4.8.1.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN Y COAGULACIÓN .....	124
4.8.1.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DESUERADO .....	126
4.8.1.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PENSADO .....	127

4.8.1.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SALADO .....	129
4.8.1.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE OREADO Y MADURADO .....	130
4.8.2 BALANCE DE ENERGÍA .....	131
4.8.2.1 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ATEMPERADO .....	132
4.8.2.2 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE PRE MADURACIÓN .....	133
4.8.2.3 BALANCE DE ENERGÍA EN EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CUAJADA .....	134

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES .....	137
5.2 RECOMENDACIONES .....	138

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1: Características nutricionales de queso Danbo .....	15
Tabla 2.2: Requisitos fisicoquímicos de queso Danbo .....	16
Tabla 2.3: Aporte nutritivo de un litro de leche .....	18
Tabla 2.4: Composición de la leche de diferentes especies .....	19
Tabla 2.5: Propiedades químicas de la leche .....	20
Tabla 2.6: Clasificación de los aditivos alimentarios según su función .....	30
Tabla 2.7: Aditivos alimentarios .....	31
Tabla 3.1: Niveles de variación de cada factor .....	65
Tabla 3.2: Variables utilizadas en la etapa de coagulación para la obtención de queso Danbo .....	66
Tabla 3.3: Matriz del diseño factorial para la etapa de coagulación de queso Danbo .....	66
Tabla 4.1: Características fisicoquímicas de la leche .....	71
Tabla 4.2: Características microbiológicas de la leche .....	72

Tabla 4.3: Evaluación sensorial para el atributo color de la selección de muestra patrón	74
Tabla 4.4: Análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra patrón	76
Tabla 4.5: Evaluación sensorial para el atributo olor de la selección de muestra patrón	77
Tabla 4.6: Análisis de varianza del atributo olor para determinar la muestra patrón	79
Tabla 4.7: Evaluación sensorial para el atributo sabor de la selección de muestra patrón	80
Tabla 4.8: Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra patrón	82
Tabla 4.9: Evaluación sensorial para el atributo textura de la selección de muestra patrón	83
Tabla 4.10: Análisis de varianza del atributo textura para determinar la muestra patrón	85
Tabla 4.11: Evaluación sensorial para la aceptabilidad de la selección de muestra patrón	86
Tabla 4.12: Análisis de varianza de la aceptabilidad para determinar la muestra patrón	88
Tabla 4.13: Valores promedios del análisis sensorial para seleccionar de muestra patrón de queso Danbo	88
Tabla 4.14: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación de la acidez del día 1 al 10 de maduración)	90
Tabla 4.15: Análisis de varianza para la elaboración del queso (incremento de la acidez del día 1 al 10 de maduración)	91
Tabla 4.16: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación o incremento de la acidez del día 10 al 20 de maduración)	92
Tabla 4.17: Análisis de varianza para la elaboración del queso (variación o incremento de la acidez del día 10 al 20 de maduración)	92
Tabla 4.18: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación o incremento de la acidez del día 15 al 25 de maduración)	93
Tabla 4.19: Análisis de varianza para la elaboración del queso (variación o incremento de la acidez del día 15 al 25 de maduración)	93
Tabla 4.20: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación o decremento del pH del día 1 al 10 de maduración)	94

Tabla 4.21: Análisis de varianza para la elaboración del queso (variación o decremento del pH del día 1 al 10 de maduración) .....	95
Tabla 4.22: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación o decremento del pH del día 10 al 20 de maduración) .....	95
Tabla 4.23: Análisis de varianza para la elaboración del queso ( variación o decremento del pH del día 10 al 20 de maduración) .....	96
Tabla 4.24: Diseño experimental para la elaboración del queso (variación o decremento del pH del día 15 al 25 de maduración) .....	96
Tabla 4.25: Análisis de varianza para la elaboración del queso (incremento del pH del día 15 al 25 de maduración) .....	97
Tabla 4.26: Evaluación sensorial para el atributo olor en queso Danbo .....	101
Tabla 4.27: Análisis de varianza para el atributo olor en obtención de Queso Danbo .....	103
Tabla 4.28: Evaluación sensorial para el atributo sabor en obtención de Queso Danbo ..	103
Tabla 4.29: Análisis de varianza para el atributo sabor en obtención de Queso Danbo .....	106
Tabla 4.30: Evaluación sensorial para el atributo textura en obtención de Queso Danbo ..	107
Tabla 4.31: Análisis de varianza para el atributo textura en obtención de Queso Danbo ..	109
Tabla 4.32: Evaluación sensorial para la aceptabilidad en obtención de Queso Danbo .....	110
Tabla 4.33: Análisis de varianza para la aceptabilidad en obtención de Queso Danbo .....	112
Tabla 4.34: Evaluación sensorial para determinar el color de queso Danbo .....	113
Tabla 4.35: Análisis de varianza para determinar el color en Queso Danbo .....	115
Tabla 4.36: Características físicas del queso Danbo .....	115
Tabla 4.37: Características fisicoquímicas del queso Danbo .....	116
Tabla 4.38: Características microbiológicas del queso Danbo .....	116
Tabla 4.39: Resultados de la evaluación sensorial del producto final .....	117
Tabla 4.40: Análisis de varianza para el producto final .....	118

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1: Especificaciones técnicas de la tina doble camisa .....	48
Cuadro 3.2: Especificaciones técnicas de la prensa hidráulica vertical .....	48
Cuadro 3.3: Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío .....	49
Cuadro 3.4: Especificaciones técnicas de la tina de sellado .....	50
Cuadro 3.5: Especificaciones técnicas de la balanza mecánica .....	50
Cuadro 3.6: Especificaciones técnicas de la balanza analítica .....	51
Cuadro 3.7: Especificaciones técnicas de la centrífuga .....	51
Cuadro 3.8: Material para análisis en laboratorio .....	52
Cuadro 3.9: Material complementario .....	53
Cuadro 3.10: Insumos para la elaboración de queso Danbo .....	54
Cuadro 3.11: Parámetros fisicoquímicos a determinar en la leche de vaca pasteurizada .....	62
Cuadro 3.12: Parámetros microbiológicos de la leche de vaca pasteurizada .....	62
Cuadro 3.13: Parámetros fisicoquímicos a conocer en el producto final - queso Danbo ..	69
Cuadro 3.14: Características microbiológicas del queso Danbo .....	69

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 3.1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso Danbo .....	55
Figura 4.1: Promedio para el atributo color .....	75
Figura 4.2: Promedio para el atributo olor .....	78
Figura 4.3: Promedio para el atributo sabor .....	81
Figura 4.4: Promedio para el atributo textura .....	84
Figura 4.5: Promedio para la aceptabilidad .....	87
Figura 4.6: Valores promedios del análisis sensorial .....	89
Figura 4.7: Variación de acidez y pH en prueba .....	98

Figura 4.8: Variación de acidez y pH en prueba .....	98
Figura 4.9: Variación de acidez y pH en prueba .....	99
Figura 4.10: Variación de acidez y pH en prueba .....	99
Figura 4.11: Promedio para el atributo olor .....	102
Figura 4.12: Promedio para el atributo sabor .....	105
Figura 4.13: Promedio para el atributo textura .....	108
Figura 4.14: Promedio para la aceptabilidad .....	111
Figura 4.15: Promedio para determinar el color apropiado para queso Danbo .....	114
Figura 4.16: Resultados de la evaluación sensorial del producto final .....	117
Figura 4.17. Diagrama de flujo de la elaboración de queso Danbo .....	122
Figura 4.18: Balance de materia para la etapa de estandarización .....	123
Figura 4.19: Balance de materia en la etapa de coagulación .....	125
Figura 4.20: Balance de materia en la etapa de desuerado .....	126
Figura 4.21: Balance de materia en la etapa de prensado .....	127
Figura 4.22: Preparación de solución de salmuera .....	129
Figura 4.23: Balance de materia en la etapa de salado .....	130
Figura 4.24: Balance de materia en la etapa de oreado y madurado .....	131
Figura 4.25: Balance de energía en la etapa de atemperado .....	132
Figura 4.26: Balance de energía en la etapa de pre maduración .....	133
Figura 4.27: Balance de energía en el tratamiento térmico de la cuajada .....	134