

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 ₂)	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