

**UNIVERSIDAD “AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

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



**“ELABORACIÓN DE YOGURT GRIEGO  
FORTIFICADO CON COLÁGENO”**

**Por:**

**Cristhian Yerzon Peralta Cruz**

Trabajo final de grado presentado a consideración de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos.

**AGOSTO DE 2018**

**TARIJA – BOLIVIA**

V° B°

---

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

---

M.Sc. Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre  
**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

---

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez  
**DIRECTOR**  
**Dpto. BIOTECNOLOGÍA Y**  
**CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

---

Ing. Natividad Condori Villca  
**DOCENTE GUÍA**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

**Ni la universidad, ni el tribunal calificador son responsables de la forma, términos, modos y conceptos expuestos por el autor.**

**DEDICATORIA:**

A Dios por permitirme llegar a cumplir uno de mis objetivos, por su amor y misericordia y para mi mamita Simonita que me inculco el amor a Dios.

### **AGRADECIMIENTO:**

Principalmente a Dios por permitir que pueda llegar a concluir una etapa tan importante en mi vida y guiarme en cada paso doy.

A mi querida madre Sonia, por todo su apoyo, por la motivación, consejos que día a día me inculco de buenos valores para ser una persona de bien.

A mi querido padre Grover, por su lucha constante en salir adelante y darme siempre lo mejor y principalmente su apoyo incondicional.

A mis hermanos y familia en general por darme buenos consejos y motivarme siempre para salir adelante de la mano de Dios.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación académica, y especialmente a la Ing. Natividad Condori por su apoyo para culminar este trabajo.

**“No se sale adelante celebrando  
éxitos, sino superando fracasos”**

**Orison Swett Marden**

## ÍNDICE

Nota de advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Pensamiento	
Resumen	

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivo general.....	2
1.4	Objetivos específicos.....	2
1.5	Planteamiento del problema.....	3
1.6	Formulación del problema.....	4
1.7	Hipótesis.....	4

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Características de la leche.....	5
2.1.1	Definición de leche.....	5
2.1.2	Definición industrial.....	5
2.1.3	Definición de producto lácteo.....	5
2.1.4	Características organolépticas.....	5
2.1.5	Propiedades de la leche.....	6
2.1.6	Principales componentes de la leche.....	10
2.2	Generalidades del yogurt.....	14
2.2.1	Definición.....	14
2.2.2	Fermentación láctica.....	14
2.2.3	Bacterias ácido lácticas.....	14
2.2.4	Tipos de yogur.....	15

2.3	Generalidades del yogurt Griego.....	15
2.3.1	Origen.....	15
2.3.2	Características fisicoquímicas del yogurt Griego.....	16
2.3.3	Diferencias del yogurt Griego con el yogurt bebible.....	16
2.3.4	Los beneficios del yogurt Griego.....	17
2.3.5	Situación actual.....	21
2.4	Operaciones principales para el procesamiento de yogurt Griego.....	21
2.4.1	Pasteurización.....	21
2.4.2	Incubación.....	23
2.4.3	Enfriamiento.....	24
2.4.4	Batido.....	24
2.4.5	Separación del suero.....	25
2.5	Cultivo lácteo.....	26
2.6	Alimentos lácteos fortificados y enriquecidos.....	26
2.7	Colágeno hidrolizado.....	27
2.7.1	Propiedades y beneficios el colágeno hidrolizado.....	27
2.7.2	Subgrupos de población.....	28
2.7.3	Combinaciones colágeno hidrolizado.....	28
2.7.4	Importancia del consumo de colágeno hidrolizado a partir de los 30 años.....	29
2.7.5	Cómo y cuándo tomar colágeno hidrolizado.....	30
2.7.6	Dosis necesaria.....	31
2.7.7	Diferencia entre pastillas de colágeno y suplementos en polvo.....	32
2.7.8	Perdida de colágeno con la edad.....	32
2.7.9	Características físico-químicas del colágeno.....	33
2.7.10	Características físicas.....	34
2.7.11	El colágeno y la temperatura.....	35
2.7.12	Fuentes de colágeno.....	35
2.7.13	Tipos de colágeno según su procedencia.....	37
2.7.13.1	Colágeno bovino.....	37

2.7.13.2	Colágeno porcino.....	37
2.7.13.3	Colágeno marino.....	38
2.7.14	Alimentos ricos en colágeno.....	39
2.7.15	Alimentos que estimulan la producción de colágeno.....	40
2.7.16	Alimentos naturales que aportan beneficios en relación con el colágeno.....	41
2.7.17	Clasificación del colágeno.....	43
2.7.18	Beneficios de tomar colágeno.....	43
2.7.19	Efectos de la falta de colágeno.....	47

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

3.1	Introducción.....	50
3.2	Equipos, materiales e insumos alimentarios.....	50
3.2.1	Equipos para la elaboración de yogurt griego fortificado con colágeno.....	50
3.3	Diagrama de bloque del proceso de elaboración de yogurt Griego fortificado con colágeno.....	57
3.4	Descripción del proceso de yogurt Griego fortificado con colágeno.....	59
3.5	Metodología para la obtención de resultados.....	63
3.5.1	Normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y del producto terminado.....	63
3.5.2	Normas y métodos para determinar el análisis microbiológico de la materia prima y del producto terminado.....	65
3.6	Evaluación sensorial.....	65
3.6.1	Evaluación sensorial para determinar muestra patrón.....	66
3.6.2	Evaluación sensorial para determinar las propiedades organolépticas de yogurt Griego fortificado con colágeno.....	66
3.6.3	Evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón.....	66
3.6.4	Determinación del análisis del producto final.....	66
3.7	Caracterización de las variables del proceso.....	66
3.7.1	Diseño experimental.....	67
3.7.2	Diseño experimental en la etapa de separación del suero.....	67

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1	Características fisicoquímicas y análisis microbiológicos de la materia prima.....	70
4.2	Evaluación sensorial para determinar la muestra patrón de yogurt Griego.....	71
4.2.1	Evaluación sensorial del atributo sabor para la muestra patrón.....	72
4.2.1.1	Análisis estadístico del atributo sabor para la muestra patrón.....	73
4.2.1.2	Prueba de duncan para el atributo sabor.....	73
4.2.2	Evaluación sensorial del atributo aroma para la muestra patrón.....	74
4.2.2.1	Análisis estadístico del atributo aroma para la muestra patrón.....	74
4.2.3	Evaluación sensorial del atributo consistencia para la muestra patrón	75
4.2.3.1	Análisis estadístico del atributo consistencia para la muestra patrón..	76
4.2.4	Evaluación sensorial del atributo acidez para la muestra patrón.....	76
4.2.4.1	Análisis estadístico del atributo acidez para la muestra patrón.....	77
4.2.4.2	Prueba de duncan para el atributo acidez.....	78
4.2.5	Evaluación sensorial del atributo color para la muestra patrón.....	78
4.2.5.1	Análisis estadístico del atributo color para la muestra patrón.....	79
4.2.5.2	Prueba de duncan para el atributo color.....	79
4.2.6	Evaluación sensorial del atributo apariencia para la muestra patrón..	80
4.2.6.1	Análisis estadístico del atributo apariencia para la muestra patrón....	81
4.3	Evaluación sensorial para determinar la consistencia del yogurt Griego fortificado con colágeno.....	81
4.3.1	Evaluación sensorial del atributo consistencia para la determinación de las propiedades organolépticas.....	82
4.3.1.1	Análisis estadístico del atributo consistencia para la determinación de las propiedades organolépticas.....	83
4.3.1.2	Prueba de duncan para el atributo consistencia.....	83
4.4	Evaluación sensorial para determinar la etapa de adición del colágeno.....	84
4.4.1	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la etapa de adición del colágeno.....	84
4.4.1.1	Análisis estadístico del atributo sabor para determinar la etapa de adición del colágeno.....	85
4.4.2	Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la etapa de adición del colágeno.....	86

4.4.2.1	Análisis estadístico del atributo consistencia para determinar la etapa de adición del colágeno.....	86
4.4.3	Evaluación sensorial del atributo acidez para determinar la etapa de adición del colágeno.....	87
4.4.3.1	Análisis estadístico del atributo acidez para determinar la etapa de adición del colágeno.....	88
4.4.4	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la etapa de adición del colágeno.....	88
4.4.4.1	Análisis estadístico del atributo color para determinar la etapa de adición del colágeno.....	89
4.5	Análisis estadístico del atributo color para determinar la etapa de adición del colágeno.....	90
4.5.1	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar las propiedades organolépticas de yogurt griego fortificado con colágeno.....	91
4.5.1.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo sabor.....	92
4.5.2	Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar las propiedades organolépticas de yogurt griego fortificado con colágeno.....	93
4.5.2.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo aroma.....	93
4.5.2.2	Prueba de duncan para el atributo aroma.....	94
4.5.3	Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar las propiedades organolépticas del yogurt griego fortificado con colágeno.....	96
4.5.3.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo consistencia.....	96
4.5.3.2	Prueba de duncan para el atributo consistencia.....	97
4.5.4	Evaluación sensorial del atributo acidez para determinar las propiedades organolépticas de yogurt griego fortificado con colágeno.....	99
4.5.4.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo acidez.....	99
4.5.5	Evaluación sensorial del atributo color para determinar las propiedades organolépticas del yogurt griego fortificado con colágeno.....	100
4.5.5.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo color.....	101
4.5.6	Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar las propiedades organolépticas de yogurt griego fortificado con colágeno.....	101
4.5.6.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo apariencia.....	102

4.5.6.2	Prueba de duncan para el atributo apariencia.....	103
4.6	Evaluación sensorial para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	105
4.6.1	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	105
4.6.1.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo sabor.....	106
4.6.2	Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	107
4.6.2.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo aroma.....	107
4.6.3	Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	108
4.6.3.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo consistencia.....	109
4.6.4	Evaluación sensorial del atributo acidez para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	109
4.6.4.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo acidez.....	110
4.6.5	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	111
4.6.5.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo color.....	111
4.6.6	Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno.....	112
4.6.6.1	Análisis estadístico del yogurt griego fortificado con colágeno para el atributo apariencia.....	113
4.7	Evaluación sensorial de la muestra final de yogurt griego fortificado con colágeno con la muestra patrón.....	113
4.7.1	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo sabor.....	114
4.7.1.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo sabor.....	114
4.7.2	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo aroma.....	115
4.7.2.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo aroma.....	116
4.7.3	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo consistencia.....	116
4.7.3.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo consistencia.....	117
4.7.4	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo acidez.....	118

4.7.4.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo acidez.....	118
4.7.5	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo color.....	119
4.7.5.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo color.....	120
4.7.6	Evaluación sensorial de la muestra final y la muestra patrón para el atributo apariencia.....	120
4.7.6.1	Análisis estadístico de la muestra final y la muestra patrón para el atributo apariencia.....	121
4.8	Diseño experimental para determinar las variables en la etapa de separación del suero del yogurt griego fortificado con colágeno...	122
4.9	Control de acidez en la etapa de fermentación para la elaboración de yogurt griego fortificado con colágeno.....	123
4.10	Características del producto terminado del yogurt griego fortificado con colágeno.....	125
4.10.1	Análisis fisicoquímico del producto terminado.....	125
4.10.2	Análisis microbiológico del producto terminado.....	126
4.10.3	Control de ph y acidez del yogurt griego fortificado con colágeno durante el almacenamiento.....	127
4.11	Balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt griego fortificado con colágeno.....	129
4.11.1	Balance de materia en la etapa de estandarización.....	131
4.11.2	Balance de materia en la etapa de higienización.....	132
4.11.3	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	133
4.11.4	Balance de materia en la etapa de inoculación.....	134
4.11.5	Balance de materia en la etapa de separación del suero.....	135
4.11.6	Balance de materia en la etapa de envasado.....	136
4.12	Rendimiento del proceso para la obtención del yogurt griego fortificado con colágeno.....	137
4.13	Balance de energía para el proceso de elaboración de yogurt griego fortificado con colágeno.....	137
4.13.1	Balance de energía en el proceso de pasteurización.....	138
4.13.2	Cantidad de energía eléctrica requerida para la etapa de fermentación.....	141

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

5.1	Conclusiones.....	143
5.2	Recomendaciones.....	146