

**UNIVERSIDAD “AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS**

**DE LOS ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DEL YOGURT CON PULPA DE  
ZANAHORIA EDULCORADO CON STEVIA”**

**Por:**

**ALEX VILLARPANDO REQUENA**

Trabajo final presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO, como requisito para obtener el grado Académico de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos.

**NOVIEMBRE, 2021**

**TARIJA –BOLIVIA**

**El** tribunal calificador del presente Trabajo no se solidariza con la forma, Términos, modos y expresiones vertidas En el mismo, siendo estas Responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado de manera especial a mis padres: Julieta y Rene mis hermanos Marcelo, Mariela, Esmeralda, Silvia, Rolando y Manuel por darme su apoyo necesario en todo tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme y protegerme en todo momento.

Gracias a mi madre por estar conmigo en las buenas, malas y los peores momentos de mi vida.

Por estar siempre dispuesta en todo momento, por sus consejos, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

**GRACIAS Y MIL GRACIAS MAMA**

A mis amigos(as) que de una u otra forma me apoyaron y dieron ánimos para terminar el trabajo de grado.

## **PENSAMIENTO**

“La comida es la parte material de la alimentación, pero el vino es la parte espiritual de nuestro alimento”.

**Alejandro Duma**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

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

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Definición leche de vaca.....	5
2.2	Composición nutricional de la leche de vaca.....	5
2.2.1	Agua.....	6
2.2.2	Proteína.....	6
2.2.3	Materia grasa.....	6
2.2.4	Vitaminas.....	6
2.3	Propiedades sensoriales de la leche de vaca.....	7
2.3.1	Aspecto.....	7
2.3.2	Color.....	7
2.3.3	Olor.....	7
2.3.4	Sabor.....	8
2.4	Propiedades físicas de la leche de vaca .....	8
2.4.1	Densidad de la leche .....	8
2.4.2	pH de la leche.....	9
2.5	Origen de la zanahoria.....	9
2.5.1	Valor nutricional de la zanahoria.....	9
2.5.2	Enfermedades que previene la zanahoria.....	10

2.5.3	Beneficios de la zanahoria.....	10
2.6	Insumos y aditivos para la elaboración del yogurt.....	11
2.6.1	Descripción general de la stevia.....	11
2.6.1.1	Hoja de la stevia.....	11
2.6.1.2	Composición química de la stevia.....	12
2.6.1.3	Beneficios de la stevia.....	13
2.7	Cultivo láctico.....	13
2.8	Carragenina.....	14
2.9	Yogurt.....	14
2.9.1	Tipos de yogurt.....	14
2.9.2	Valor nutritivo del yogurt.....	15
2.9.3	Fermentación láctica.....	15
2.9.4	Propiedades físicas del yogurt.....	16
2.9.4.1	Densidad.....	16
2.9.4.2	pH.....	16
2.9.5	Propiedades organolépticas del yogurt.....	16
2.9.5.1	Aroma.....	16
2.9.5.2	Sabor.....	17
2.9.6	Beneficios del consumir yogurt.....	17

### **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO**

3.1	Desarrollo de la parte experimental .....	18
3.2	Descripción de equipos, materiales de laboratorio, instrumentos, materia prima e insumos.....	18
3.2.1	Equipos.....	18
3.2.1.1	Balanza analítica digital.....	18
3.2.1.2	Balanza digital.....	19
3.2.1.3	Cocina industrial.....	19
3.2.1.4	Termostato.....	20

<b>3.2.1.5</b>	Frízer.....	20
<b>3.2.1.6</b>	Batidora de inmersión.....	20
<b>3.2.1.7</b>	Termómetro.....	21
<b>3.2.2</b>	Material de laboratorio y utensilios de cocina.....	22
<b>3.2.3</b>	Reactivos.....	22
<b>3.2.4</b>	Materia prima.....	23
<b>3.2.5</b>	Insumos.....	23
<b>3.3</b>	Descripción del proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria con stevia .....	24
<b>3.3.1</b>	Recepción de la zanahoria.....	24
<b>3.3.1.1</b>	Pesado.....	24
<b>3.3.1.2</b>	Lavado .....	25
<b>3.3.1.3</b>	Acondicionamiento.....	25
<b>3.3.1.4</b>	Escaldado.....	25
<b>3.3.1.5</b>	Triturado.....	25
<b>3.3.1.6</b>	Cocción.....	25
<b>3.3.1.7</b>	Envasado.....	25
<b>3.4</b>	Diagrama del proceso de elaboración del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	26
<b>3.4.1</b>	Descripción del proceso de elaboración del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	27
<b>3.4.1.1</b>	Recepción de la leche.....	28
<b>3.4.1.2</b>	Higienización.....	28
<b>3.4.1.3</b>	Acondicionamiento.....	28
<b>3.4.1.4</b>	Pasteurización.....	28
<b>3.4.1.5</b>	Atemperada.....	28
<b>3.4.1.6</b>	Incubación.....	28
<b>3.4.1.7</b>	Fermentación.....	29
<b>3.4.1.8</b>	Enfriamiento.....	29
<b>3.4.1.9</b>	Saborizado y agitado.....	29
<b>3.4.1.10</b>	Refrigerado.....	29

<b>3.4.1.10</b>	Envasado y almacenado.....	29
<b>3.5</b>	Metodología para la obtención de resultados.....	29
<b>3.5.1</b>	Análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria.....	30
<b>3.5.2</b>	Análisis fisicoquímico de la leche.....	30
<b>3.5.3</b>	Análisis fisicoquímico del producto final.....	31
<b>3.5.4</b>	Análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria.....	31
<b>3.5.5</b>	Análisis microbiológico de la leche y producto final.....	32
<b>3.6</b>	Análisis sensorial.....	32
<b>3.6.1</b>	Descripción de las evaluaciones sensoriales que se realizan en la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	33
<b>3.7</b>	Diseño experimental.....	34
<b>3.7.1</b>	Diseño factorial en el proceso de fermentación para la elaboración del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	35

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

<b>4.1</b>	Caracterización de las materias primas.....	37
<b>4.1.2</b>	Análisis fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria.....	37
<b>4.1.3</b>	Análisis microbiológicas de la pulpa de zanahoria.....	37
<b>4.1.4</b>	Análisis fisicoquímico de la leche cruda.....	38
<b>4.1.5</b>	Análisis microbiológico de la leche.....	39
<b>4.2</b>	Caracterización de las variables del proceso para la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	39
<b>4.2.1</b>	Elaboración de muestras preliminares en el corte de la zanahoria.....	39
<b>4.2.1.1</b>	Estadístico de caja y bigote para la selección del tipo de corte de zanahoria de la muestra preliminar.....	40
<b>4.2.1.2</b>	Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo apariencia.....	41
<b>4.2.1.3</b>	Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo sabor.....	41
<b>4.2.1.4</b>	Análisis de varianza en la selección de la muestra preliminar para el atributo consistencia.....	42

<b>4.3</b>	Diseño experimental para determinar las variables en la etapa de fermentación del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	43
<b>4.4</b>	Evaluación sensorial del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	45
<b>4.4.1</b>	Estadístico de caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	46
<b>4.4.2.</b>	Análisis de varianza para el atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	47
<b>4.4.3</b>	Análisis de varianza para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	47
<b>4.4.3.1</b>	Prueba de tukey de la evaluación sensorial inicial para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia en el primer grupo.....	48
<b>4.4.4</b>	Análisis de varianza para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	49
<b>4.4.5</b>	Análisis de varianza para el atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	49
<b>4.5</b>	Estadístico de caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	50
<b>4.5.1</b>	Análisis de varianza para el atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	51
<b>4.5.2</b>	Análisis de varianza para el atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	52
<b>4.5.3</b>	Análisis de varianza para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	53
<b>4.5.3.1</b>	Prueba de tukey de la evaluación sensorial inicial para el atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con Stevia.....	53
<b>4.5.4</b>	Análisis de varianza para el atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	54
<b>4.6</b>	Estadístico de caja bigote para determinar la muestra final de yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	55
<b>4.6.1</b>	Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final.....	56
<b>4.6.2</b>	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final.....	56

<b>4.6.3</b>	Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	57
<b>4.6.4</b>	Análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra final.....	58
<b>4.7</b>	Evaluación sensorial del producto final para la valoración de los atributos.....	58
<b>4.7.1</b>	Análisis de variación de los atributos sensoriales del producto final.....	59
<b>4.8</b>	Control de acidez en el proceso de fermentación del yogur natural....	60
<b>4.9</b>	Características del producto final yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	62
<b>4.9.1</b>	Análisis fisicoquímicos del producto final.....	62
<b>4.9.2</b>	Análisis microbiológico del producto terminado.....	62
<b>4.9.3</b>	Control de acidez del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia durante el almacenamiento.....	63
<b>4.10</b>	Balance de materia en el proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia .....	64
<b>4.10.1</b>	Balance de materia en la etapa de lavado.....	66
<b>4.10.2</b>	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento.....	67
<b>4.10.3</b>	Balance de materia en la etapa de escaldado.....	68
<b>4.10.4</b>	Balance de materia en la etapa de triturado.....	69
<b>4.10.5</b>	Balance de materia en la etapa de cocción.....	69
<b>4.10.6</b>	Balance de materia en el proceso de la elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	70
<b>4.10.7</b>	Balance de materia en la etapa de higienización.....	72
<b>4.10.8</b>	Balance de materia en la etapa de acondicionado.....	73
<b>4.10.9</b>	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	74
<b>4.10.10</b>	Balance de materia en la etapa de atemperado.....	75
<b>4.10.11</b>	Balance de materia en la etapa de inoculación.....	76
<b>4.10.12</b>	Balance de materia en la etapa de fermentado.....	77
<b>4.10.13</b>	Balance de materia en la etapa de enfriado.....	77
<b>4.10.14</b>	Balance de materia en la etapa de saborizado.....	78
<b>4.10.15</b>	Rendimiento del proceso de obtención del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	79

<b>4.11</b>	Balance de energía para el proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria.....	79
<b>4.11.1</b>	Balance de energía para el proceso de elaboración de cocción de la pulpa de zanahoria.....	80
<b>4.11.2</b>	Balance de energía para el proceso de elaboración de pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	82
<b>4.11.3</b>	Balance de energía para el proceso de elaboración de pasteurización.....	82
<b>4.1.4</b>	Cantidad d energía eléctrica requerida para la etapa de fermentación	85

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<b>5.1</b>	Conclusiones.....	86
<b>5.2</b>	Recomendaciones.....	87
	<b>Bibliografía</b>	88
	<b>Anexos</b>	

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b>	Composición química de la leche de diferentes especies.....	6
<b>Tabla 2.2</b>	Propiedades físicas de la leche.....	8
<b>Tabla 2.3</b>	Valor nutricional de la zanahoria en 100 g.....	9
<b>Tabla 2.4</b>	Composición química de la stevia en la hoja seca.....	13
<b>Tabla 2.5</b>	Contenido nutricional del yogurt natural por 100g.....	15
<b>Tabla 3.1</b>	Descripción de material de laboratorio y utensilios.....	22
<b>Tabla 3.2</b>	Reactivos utilizados en la prueba de acidez.....	22
<b>Tabla3.3</b>	Insumos utilizados en la elaboración del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	23
<b>Tabla 3.4</b>	Análisis fisicoquímico de la materia prima y producto terminado.....	29
<b>Tabla 3.5</b>	Normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de zanahoria.....	30
<b>Tabla 3.6</b>	Norma y método para determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche de vaca.....	30
<b>Tabla 3.7</b>	Normas y método para determinar las propiedades fisicoquímicas del yogur con pulpa de zanahoria edulcorada	

	con stevia.....	31
<b>Tabla 3.8</b>	Norma y método para determinar el análisis microbiológico de la materia prima y producto final.....	31
<b>Tabla 3.9</b>	Normas y métodos para determinar el análisis microbiológico de la pulpa de zanahoria.....	32
<b>Tabla 3.10</b>	Varianza de los efectos en la etapa de incubación.....	36
<b>Tabla 3.11</b>	Diseño experimental a ser utilizado en la etapa de incubación...	36
<b>Tabla 4.1</b>	Análisis física de la zanahoria cruda.....	37
<b>Tabla 4.2</b>	Análisis fisicoquímico de la pulpa de zanahoria.....	38
<b>Tabla 4.3</b>	Análisis fisicoquímico de la leche cruda.....	35
<b>Tabla 4.4</b>	Análisis microbiólogo de la leche cruda.....	36
<b>Tabla 4.5</b>	Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo apariencia.....	42
<b>Tabla 4.6</b>	Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo sabor.....	43
<b>Tabla 4.7</b>	Análisis de varianza de la muestra preliminar para el atributo consistencia.....	43
<b>Tabla 4.8</b>	Variación de los factores en la etapa de fermentación.....	39
<b>Tabla 4.9</b>	Acidez expresado en grados Dornic yogurt natural.....	40
<b>Tabla 4.10</b>	Análisis de varianza del proceso de fermentación.....	41
<b>Tabla 4.11</b>	Varianza en la composición de la muestras para determinar las propiedades organolépticas del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorada con stevia.....	42
<b>Tabla 4.12</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	44
<b>Tabla 4.13</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	44
<b>Tabla 4.14</b>	Prueba de tukey para atributo sabor del primer grupo.....	45
<b>Tabla 4.15</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	46
<b>Tabla 4.16</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo color del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	46
<b>Tabla 4.17</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado	

	con stevia.....	48
<b>Tabla 4.18</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo sabor del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	48
<b>Tabla 4.19</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo consistencia del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	49
<b>Tabla 4.20</b>	Prueba de tukey para atributo consistencia del segundo grupo...	50
<b>Tabla 4.21</b>	Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo aroma del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	52
<b>Tabla 4.22</b>	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final.....	52
<b>Tabla 4.23</b>	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final.....	52
<b>Tabla 4.24</b>	Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la muestra final.....	53
<b>Tabla 4.25</b>	Análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra final.....	53
<b>Tabla 4.26</b>	Análisis de varianza del atributo sensoriales del producto final yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	55
<b>Tabla 4.27</b>	Variabilidad de la acidez del yogurt natural en la etapa de fermentación.....	56
<b>Tabla 4.28</b>	Resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado.....	59
<b>Tabla 4.29</b>	Análisis microbiológico del producto terminado.....	60
<b>Tabla 4.30</b>	Valores en la etapa de almacenamiento del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	60

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b>	Balanza analítica digital.....	18
<b>Figura 3.2</b>	Balanza digital.....	19
<b>Figura 3.3</b>	Cocina industrial.....	19
<b>Figura 3.4</b>	Termostato (baño maría).....	20
<b>Figura 3.5</b>	Frízer.....	20
<b>Figura 3.6</b>	Batidora de inmersión.....	21
<b>Figura 3.7</b>	Termometro.....	21

<b>Figura 3.8</b>	Diagrama del proceso de elaboración de pulpa de zanahoria.....	24
<b>Figura 3.9</b>	Proceso de elaboración del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	26
<b>Figura 3.10</b>	Evaluación de pruebas preliminar en el yogurt.....	33
<b>Figura 3.11</b>	Variación de los factores en la etapa de fermentación.....	35
<b>Figura 3.12</b>	Diseño experimental a ser utilizado en la etapa de fermentación.	36
<b>Figura 4.1</b>	Caja y bigote para determinar la muestra preliminar.....	41
<b>Figura 4.2</b>	Caja y bigote para la elaboración de yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia del primer grupo.....	45
<b>Figura 4.3</b>	Caja y bigote para la elaboración de yogurt con pulpa zanahoria edulcorado con stevia del segundo grupo.....	46
<b>Figura 4.4</b>	Caja y bigote para determinar la muestra final del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	50
<b>Figura 4.5</b>	Porcentaje aceptación de los atributos del producto terminado...	55
<b>Figura 4.6</b>	Variación de la acidez del yogurt natural en la etapa de fermentación.....	58
<b>Figura 4.7</b>	Determinación de vida útil del yogur con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	61
<b>Figura 4.8</b>	Proceso de elaboración de la pulpa de zanahoria.....	62
<b>Figura 4.9</b>	Etapa de pesado.....	63
<b>Figura 4.10</b>	Etapa de escaldado.....	64
<b>Figura 4.11</b>	Etapa de triturado.....	65
<b>Figura 4.12</b>	Etapa de cocción.....	66
<b>Figura 4.13</b>	Proceso de elaboración del yogurt con pulpa de zanahoria edulcorado con stevia.....	67
<b>Figura 4.14</b>	Proceso de higienización.....	68
<b>Figura 4.15</b>	Etapa de acondicionado.....	69
<b>Figura 4.16</b>	Proceso de pasteurización.....	70
<b>Figura 4.17</b>	Etapa de inoculación.....	71
<b>Figura 4.18</b>	Etapa de saborizado.....	72
<b>Figura 4.19</b>	Balance de energía en la etapa de cocción.....	73
<b>Figura 4.20</b>	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	75