

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO CON PULPA DE CALABAZA

POR:

SANDRA MARIANA VELÁSQUEZ FERNÁNDEZ

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.

NOVIEMBRE, 2020

TARIJA-BOLIVIA

V° B°

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez
Gonzalves

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro
Figueroa

**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

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

.....
M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DOCENTE GUIA

.....
Ing. José Johnny Mercado Rojas

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Natividad Condori Villca

TRIBUNAL CALIFICADOR

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

DEDICTORIA

A Dios por darme la vida y salud, quien me ha dado fuerzas para seguir adelante y culminar este trabajo que es un nuevo triunfo en mi vida.

A mis queridos padres Seferino Velásquez y Benita Fernández por su amor, comprensión, esfuerzo y sacrificio que me brindaron incondicionalmente para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fortaleza e iluminar mi mente durante el presente trabajo y ser mi guía durante todo el camino recorrido.

A mis padres quienes supieron guiarme por el camino correcto y me apoyaron incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanos los cuales me apoyaron en todo momento y me dieron ánimos para seguir adelante.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez por la asesoría y recomendaciones durante la realización del presente trabajo.

Al personal del laboratorio L.T.A, del área de lácteos por los conocimientos y consejos brindados.

A mis amigas y compañeras: Fabiola, Camila y Daniela; por brindarme su valiosa amistad, consejos y ánimos.

A todos mis amigos de la carrera Ingeniería de Alimentos por compartir gratos momentos juntos.

PENSAMIENTO

“Nuestra mayor debilidad esta en rendirse. La manera más segura de tener éxito es siempre intentarlo una vez más”. (Thomas A. Edison)

INDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

RESUMEN

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	Variable dependiente e independiente	4
1.5	Planteamiento del problema	4
1.6	Formulación del problema	5
1.7	Hipótesis	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del yogurt.....	6
2.2	Definición de yogurt	6
2.3	Clasificación del yogurt	7
2.3.1	De acuerdo su contenido de grasa	7
2.3.2	De acuerdo su proceso de elaboración	7
2.3.3	De acuerdo sus ingredientes	7
2.4	Composición nutricional del yogurt	7
2.4.1	Hidratos de carbono	8
2.4.2	Proteínas.....	8
2.4.3	Lípidos	8
2.4.4	Vitaminas y minerales	9
2.5	Propiedades beneficiosas del yogurt para la salud de las personas	10
2.6	Fermentación del yogurt	11
2.6.1	Bioquímica en la fermentación del yogurt	12
2.7	Materias primas e insumos en la elaboración del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	13
2.7.1	La leche.....	13
2.7.1.1	Composición química de la leche	13

2.7.1.2	Propiedades fisicoquímicas de la leche.....	15
2.7.2	La calabaza.....	17
2.7.2.1	Calabaza (<i>Cucurbita moschata</i>).....	17
2.7.2.2	Composición química de la calabaza.....	18
2.8	Insumos en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	18
2.8.1	Leche en polvo	19
2.8.2	La sacarosa.....	19
2.8.3	Estabilizantes.....	19
2.8.4	Colorantes	20
2.8.5	Conservantes	20
2.8.5.1	Benzoato de sodio.....	20
2.8.5.2	Sorbato de potasio	20
2.9	Operaciones en el proceso de elaboración de yogurt.....	20
2.9.1	Recepción de la leche	20
2.9.2	Estandarización	21
2.9.3	Tratamiento térmico.....	21
2.9.4	Enfriamiento.....	21
2.9.5	Homogenización.....	21
2.9.6	Fermentación.....	22
2.9.7	Envasado	22

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental	23
3.2	Equipos de proceso, instrumentos de laboratorio y utensilios de cocina	23
3.2.1	Equipos	23
3.2.1.2	Termostato	23
3.2.1.3	Cocina industrial.....	24
3.2.1.4	Freezer	24
3.2.1.5	Procesador de alimentos.....	25
3.2.2	Instrumentos de laboratorio.....	25
3.2.2.1	Balanza digital.....	25
3.2.2.2	Balanza analítica digital	26
3.2.2.3	pH-metro digital de mesa	26
3.2.2.4	Refractómetro manual.....	27

3.2.3	Materiales de laboratorio y utensilios de cocina.....	27
3.3	Reactivos e insumos alimentarios.....	28
3.3.1	Insumos.....	28
3.3.2	Reactivos de grado alimentario.....	29
3.3.3	Reactivos químicos de laboratorio.....	29
3.4	Materia prima.....	29
3.5	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	30
3.5.1	Descripción de diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	31
3.5.1.1	Recepción de la leche.....	31
3.5.1.2	Filtración.....	31
3.5.1.3	Pre calentamiento.....	31
3.5.1.4	Estandarización.....	31
3.5.1.5	Pasteurización.....	32
3.5.1.6	Pre-enfriamiento.....	32
3.5.1.7	Inoculación.....	32
3.5.1.8	Incubación.....	32
3.5.1.9	Enfriamiento.....	32
3.5.1.10	Calabaza.....	33
3.5.1.11	Lavado.....	33
3.5.1.12	Pelado.....	33
3.5.1.13	Corte y molienda.....	33
3.5.1.14	Jarabe.....	33
3.5.1.15	Concentración.....	33
3.5.1.16	Batido.....	34
3.5.1.17	Envasado.....	34
3.5.1.18	Almacenado.....	34
3.6.1	Materia prima.....	34
3.6.1.1	Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la leche.....	34
3.6.1.2	Caracterización de las propiedades microbiológicas de la leche.....	35
3.6.1.3	Caracterización de las propiedades físicas de la calabaza de la variedad <i>Cucurbita moschata</i>	35
3.6.1.4	Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la calabaza de la variedad <i>Cucurbita moschata</i>	36
3.6.2	Producto terminado.....	36

3.6.2.1	Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	37
3.6.3	Caracterización microbiológica del yogur batido con pulpa de calabaza	37
3.7	Análisis sensorial	38
3.8	Diseño Experimental	39
3.8.1	Diseño factorial.....	39
3.8.1.1	Diseño factorial 2 ³ en la etapa de fermentación en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización de la materia prima	41
4.1.1	Parámetros de control de calidad en la recepción de la leche	41
4.1.2	Parámetros fisicoquímicos de la leche cruda	41
4.1.3	Análisis microbiológico de la leche cruda	42
4.1.4	Propiedades físicas de la calabaza de variedad cucurbita moschata.....	43
4.1.5	Análisis fisicoquímicos de la calabaza	44
4.2	Caracterización de las variables del proceso para la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	44
4.2.1	Desarrollo de las pruebas preliminares para la obtención de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	45
4.2.2	Variación de insumos de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	46
4.2.2.1	Estadístico caja y bigote de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	47
4.2.2.2	Estadístico Tukey del atributo sabor de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	48
4.2.2.3	Estadístico Tukey para el atributo consistencia de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	48
4.2.2.4	Análisis de varianza del atributo acidez de muestras de yogurt batido del grupo 2.....	49
4.2.3	Formulación de pulpa de calabaza para la selección de la muestra prototipo	49
4.2.3.1	Estadístico de caja y bigote para la selección de muestra prototipo de pulpa de calabaza	50
4.2.3.2	Estadístico Tukey del atributo aroma para la selección de la muestra prototipo de pulpa de calabaza	51
4.2.3.3	Estadístico Tukey del atributo aspecto para la selección de la muestra prototipo de pulpa de calabaza	51

4.2.3.4	Análisis de varianza de los atributos color, sabor y acidez para la selección de muestra prototipo de pulpa de calabaza	51
4.2.4	Variación de insumos en muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	52
4.2.4.1	Estadístico de caja y bigote de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	53
4.2.4.2	Estadístico Tukey del atributo sabor de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	54
4.2.4.3	Estadístico Tukey del atributo consistencia de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	54
4.2.4.4	Estadístico Tukey del atributo aspecto de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	55
4.2.4.5	Estadístico Tukey del atributo acidez de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	55
4.2.4.4	Análisis de varianza del atributo color de muestras yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	56
4.3	Selección de muestra referencia para la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	56
4.3.1	Estadístico caja y bigote para la selección de muestra de referencia	56
4.3.2	Estadístico Tukey del atributo sabor para la selección de muestra referencia	57
4.3.3	Estadístico Tukey del atributo consistencia para la selección de la muestra de referencia.....	58
4.3.4	Análisis de varianza de los atributos color, sabor y acidez para la selección de muestra de referencia	58
4.3.5	Elección entre muestra ideal y la muestra de referencia	59
4.3.5.1.	Estadístico T-Student para el atributo sabor de la muestra ideal y la muestra de referencia	59
4.4	Diseño factorial 2^3 el proceso de fermentación del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	60
4.5	Control fisicoquímico en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa....	61
4.5.1	Control de acidez en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	61
4.5.2	Variación del pH en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa	62
4.6	Control fisicoquímico de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	64
4.6.1	Control de acidez de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	64
4.6.2	Control de pH de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	66
4.6.3	Control de sólidos solubles de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	67
4.7	Control de la acidez y pH del yogurt batido durante el almacenamiento	68
4.7.1	Control de acidez del yogurt batido durante el almacenamiento.....	69
4.7.2	Control de pH del yogurt batido durante el almacenamiento.....	70

4.8	Caracterización del producto terminado	72
4.8.1	Análisis fisicoquímico del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	72
4.8.2	Análisis microbiológico del yogurt batido con pulpa de calabaza	73
4.9	Control de la acidez y pH del yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	73
4.9.1	Control de acidez del yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	73
4.9.2	..Control de pH del yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	75
4.10	Balance de materia del proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	77
4.10.1	Balance de materia en la etapa de estandarización	79
4.10.2	Balance de materia en la etapa de filtración.....	80
4.10.3	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	80
4.10.4	Balance de materia en la etapa de inoculación	81
4.10.5	Balance de materia en la etapa despulpado.....	82
4.10.6	Balance de materia en la etapa de concentrado de la pulpa	84
4.10.7	Balance de materia en la etapa de enfriado de la pulpa	85
4.10.8	Balance de materia en la etapa de batido	85
4.10.9	Resumen del balance de materia del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	87
4.11	Balance de energía para el proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	88
4.11.1	Balance de energía en la etapa de pasteurización	89
4.11.2	Energía requerida en la etapa de la fermentación	92

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	93
5.2	Recomendaciones	95

BIBLIOGRAFIA	95
---------------------------	----

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición nutricional de la leche y yogurt	10
Tabla 2.2	Composición química de la leche de distintas especies expresado en porcentaje	15
Tabla 2.3	Composición nutricional de la calabaza.....	18
Tabla 3.1	Materiales de laboratorio e utensilios de cocina utilizados en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	28
Tabla 3.2	Insumos utilizados en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	28
Tabla 3.3	Reactivos de grado alimentario utilizados en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	29
Tabla 3.4	Reactivos químicos utilizados en la determinación de acidez	29
Tabla 3.5	Métodos de análisis fisicoquímicos de la leche cruda	35
Tabla 3.6	Métodos de análisis microbiológicos de la leche cruda	35
Tabla 3.7	Características físicas de la calabaza de variedad <i>Cucurbita moschata</i>	36
Tabla 3.8	Métodos de análisis fisicoquímicos de la calabaza.....	36
Tabla 3.9	Métodos de análisis fisicoquímicos del yogurt con pulpa de la calabaza	37
Tabla 3.10	Métodos de análisis microbiológicos del yogurt con pulpa de calabaza.....	37
Tabla 3.11	Matriz de variables del diseño factorial 2^3 para el proceso de fermentación.....	40
Tabla 3.12	Niveles de variación de los factores en la etapa de fermentación.....	40
Tabla 4.1	Análisis de control de calidad en la recepción de la leche	41
Tabla 4.2	Composición fisicoquímica de la leche cruda	42
Tabla 4.3	Análisis microbiológico de la leche cruda	42
Tabla 4.4	Propiedades físicas de la calabaza de variedad <i>Cucurbita moschata</i>	43
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímico de la calabaza variedad <i>Cucurbita moschata</i>	44
Tabla 4.6	Formulaciones básicas de yogurt batido	45
Tabla 4.7	Variación de insumos de las muestras de yogurt batido del grupo 2	46
Tabla 4.8	Estadístico de Tukey del atributo sabor de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	48
Tabla 4.9	Estadístico de Tukey del atributo consistencia de las muestras de yogurt batido del grupo 2	48
Tabla 4.10	Formulación de pulpa de calabaza para la selección de muestra prototipo	49
Tabla 4.11	Estadístico Tukey del atributo aroma para selección de muestra prototipo de pulpa de calabaza	51

Tabla 4.12 Estadístico Tukey del atributo aspecto para la selección de muestra prototipo de pulpa de calabaza	51
Tabla 4.13 Variación de insumos en muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	52
Tabla 4.14 Estadístico Tukey del atributo sabor de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	54
Tabla 4.15 Estadístico Tukey del atributo consistencia de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	54
Tabla 4.16 Estadístico Tukey del atributo aspecto de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	55
Tabla 4.17 Estadístico Tukey del atributo acidez de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3	55
Tabla 4.18 Estadístico Tukey del atributo sabor para la selección de la muestra de referencia.....	57
Tabla 4.19 Estadístico de Tukey del atributo consistencia para la selección de muestra de referencia	58
Tabla 4.20 Análisis de varianza para el diseño 2^3 en la etapa fermentación de yogurt batido	60
Tabla 4.21 Variación de acidez en el proceso de fermentación de yogurt batido sin pulpa	61
Tabla 4.22 Variación de pH en etapa de fermentación de yogurt batido sin pulpa.....	63
Tabla 4.23 Variación de acidez de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	64
Tabla 4.24 Variación de pH de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	66
Tabla 4.25 Variación de sólidos solubles de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	67
Tabla 4.26 Valores de acidez de las muestras de yogurt batido en almacenamiento	69
Tabla 4.27 Valores de pH de las muestras de yogurt batido en almacenamiento	71
Tabla 4.28 Análisis fisicoquímico del yogurt con pulpa de la calabaza.....	72
Tabla 4.29 Análisis microbiológico del yogurt batido con pulpa de calabaza.....	73
Tabla 4.30 Valores de acidez de las muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	74
Tabla 4.31 Valores de pH de las muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Termostato	23
Figura 3.2	Cocina industrial	24
Figura 3.3	Freezer	24
Figura 3.4	Procesador de alimentos	25
Figura 3.5	Balanza digital.....	25
Figura 3.6	Balanza analítica.....	26
Figura 3.7	pH-metro digital de mesa.....	26
Figura 3.8	Refractómetro manual	27
Figura 3.9	Diagrama del proceso de elaboración de yogurt con pulpa de calabaza	30
Figura 3.10	Diagrama de las pruebas sensoriales en la elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	38
Figura 4.1	Pruebas preliminares para la obtención del yogurt batido con pulpa de calabaza	46
Figura 4.2	Caja y bigote de las muestras de yogurt batido del grupo 2.....	47
Figura 4.3	Caja y bigote para la selección de muestra prototipo de pulpa de calabaza	50
Figura 4.4	Caja y bigote de muestras de yogurt batido con pulpa de calabaza del grupo 3.....	53
Figura 4.5	Caja y bigote para la selección de muestra de referencia	57
Figura 4.6	Elección entre la muestra ideal y muestra de referencia para el atributo sabor	59
Figura 4.7	Variación de acidez en el proceso de fermentación del yogurt batido sin pulpa.....	62
Figura 4.8	Variación del pH en la etapa de fermentación del yogurt batido sin pulpa	63
Figura 4.9	Variación de acidez de pulpa de calabaza durante almacenamiento	65
Figura 4.10	Variación del pH de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento	66
Figura 4.11	Variación de sólidos solubles de la pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	68
Figura 4.12	Variación de acidez de yogurt batido sin pulpa durante el almacenamiento.....	70
Figura 4.13	Variación de pH de yogurt batido sin pulpa durante el almacenamiento	71
Figura 4.14	Variación de acidez de yogurt batido con pulpa de calabaza en el almacenamiento.....	74
Figura 4.15	Variación de pH de yogurt batido con pulpa de calabaza durante el almacenamiento.....	76

Figura 4.16 Diagrama flujo del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza.....	77
Figura 4.17 Etapa de estandarización.....	79
Figura 4.18 Etapa de filtración	80
Figura 4.19 Etapa de pasteurización	81
Figura 4.20 Etapa de inoculación.....	82
Figura 4.21 Etapa de despulpado	83
Figura 4.22 Etapa de concentrado de la pulpa	84
Figura 4.23 Etapa de enfriado de la pulpa	85
Figura 4.24 Etapa de batido	86
Figura 4.25 Resumen del balance de materia del proceso de elaboración de yogurt batido con pulpa de calabaza	87
Figura 4.26 Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	90