

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



**ELABORACIÓN DE YOGURT AFLANADO
NATURAL CON ALMIDÓN DE YUCA**

POR:

CLAUDIA GRACIELA FLORES VILLCA

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

Mayo-2018
Tarija-Bolivia

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad de la autora

Dedicatoria

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Agradecimientos

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar con migo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Edelmira

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto pero más que nada, por su amor.

A mi padre Edgar

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida y por su amor.

A mis familiares.

A mi hermana Silvia por ser el ejemplo de una hermana mayor, por estar presente en los momentos más difíciles y a la cual considero como una madre; a mis hermanos Darwin y Mirtha por estar conmigo y apoyarme siempre, a mi hermana Nely † que no está a mi lado pero sé que siempre ha estado apoyándome y ha caminado junto a mí, los quiero mucho.

A mis amigos.

A ustedes mis amigas Cinthya, Karen, Vanesa, Magaly, Carla, Helen y a la que considero mi súper amiga Paola con quien compartí momentos inolvidables, a todas ustedes, el agradecimiento eterno porque hicieron que mi vida universitaria haya sido el mejor lugar donde esperar la vida, viviendo a pleno cada momento.

Docente guía Erick Ramírez

Por el apoyo, la colaboración y tiempo prestado en el transcurso de este trabajo.

A todos los docentes de la carrera por su invaluable conocimiento en la formación de nuevos profesionales.

Pensamiento

Lo que cuenta no es la cantidad de horas que dedicamos al trabajo, sino la calidad del trabajo que desempeñamos en esas horas (Sam Ewin

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 2.1 | Composición química de algunos tipos de yogurt..... | 10 |
| Tabla 2.2 | Características organolépticas generales | 15 |
| Tabla 2.3 | Contenido calórico de algunos almidones de origen tropical | 18 |
| Tabla 2.4 | Contenido de fibra dietética e índice glicémico de algunas raíces de origen tropical..... | 19 |
| Tabla 3.1 | Especificaciones técnicas del termostato..... | 22 |
| Tabla 3.2 | Especificaciones técnicas de la batidora..... | 22 |
| Tabla 3.3 | Especificaciones técnicas de la cocina industrial | 23 |
| Tabla 3.4 | Especificaciones técnicas del Freezer | 24 |
| Tabla 3.5 | Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital..... | 25 |
| Tabla 3.6 | Especificaciones técnicas de pH-metro de mesa digital..... | 25 |
| Tabla 3.7 | Especificación técnica del refractómetro de bolsillo..... | 26 |
| Tabla 3.8 | Materiales de laboratorio | 27 |
| Tabla 3.9 | Utensilios..... | 27 |
| Tabla 3.10 | Reactivos químicos de grado alimenticios | 28 |
| Tabla 3.11 | Insumos alimentarios..... | 28 |
| Tabla 3.12 | Información nutricional del almidón de yuca (Yucabol) | 28 |
| Tabla 3.13 | Reactivos químicos de laboratorio | 29 |
| Tabla 3.14 | Métodos de análisis fisicoquímicos en materia prima y producto terminado..... | 35 |
| Tabla 3.15 | Métodos de análisis microbiológicos en materia prima y producto terminado..... | 35 |
| Tabla 3.16 | Evaluaciones sensoriales | 36 |
| Tabla 3.17 | Matriz experimental de las variables en la etapa de fermentación de yogurt afluado natural con almidón de yuca..... | 38 |
| Tabla 3.18 | Niveles de variación de los factores en la etapa de fermentación de yogurt afluado natural con almidón de yuca..... | 39 |
| Tabla 4.1 | Composición fisicoquímica de la leche cruda | 40 |
| Tabla 4.2 | Resultados microbiológicos de la leche cruda..... | 41 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 4.3 | Muestras patrón de yogurt aflanado | 41 |
| Tabla 4.4 | Especificaciones de las muestras prototipo | 52 |
| Tabla 4.5 | Valoración de acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca | 76 |
| Tabla 4.6 | Dosificación del porcentaje del cultivo láctico | 80 |
| Tabla 4.7 | Dosificación del saborizante y colorante en las muestras | 86 |
| Tabla 4.8 | Valores de acidez y pH en el proceso de fermentación de yogurt aflanado con almidón de yuca sin sabor | 106 |
| Tabla 4.9 | Valores de acidez y pH en el proceso de fermentación del yogurt aflanado con almidón de yuca con sabor | 108 |
| Tabla 4.10 | Resultados fisicoquímicos del yogurt aflanado natural con almidón de yuca | 110 |
| Tabla 4.11 | Resultados microbiológicos del yogurt aflanado natural con almidón de yuca | 110 |
| Tabla 4.12 | Valores de acidez y pH del producto terminado con y sin conservante | 111 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|-------------|--|----|
| Cuadro 4.1 | Evaluación sensorial del atributo consistencia para muestra patrón ... | 42 |
| Cuadro 4.2 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo consistencia para muestra patrón | 43 |
| Cuadro 4.3 | Evaluación sensorial del atributo textura para muestra patrón..... | 44 |
| Cuadro 4.4 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo textura para muestra patrón..... | 45 |
| Cuadro 4.5 | Evaluación sensorial del atributo sabor para muestra patrón | 46 |
| Cuadro 4.6 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor para muestra patrón..... | 47 |
| Cuadro 4.7 | Evaluación sensorial del atributo aroma para muestra patrón..... | 48 |
| Cuadro 4.8 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo aroma | 49 |
| Cuadro 4.9 | Evaluación sensorial del atributo color para muestra patrón..... | 50 |
| Cuadro 4.10 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo color para muestra patrón..... | 51 |
| Cuadro 4.11 | Evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar muestra prototipo..... | 53 |
| Cuadro 4.12 | Análisis de varianza para el atributo consistencia..... | 54 |
| Cuadro 4.13 | Evaluación sensorial de textura para determinar muestra prototipo ... | 55 |
| Cuadro 4.14 | Análisis de varianza para el atributo textura para la muestra prototipo | 56 |
| Cuadro 4.15 | Evaluación sensorial de sabor para determinar muestra prototipo | 57 |
| Cuadro 4.16 | Análisis de varianza para el atributo sabor para muestra prototipo..... | 58 |
| Cuadro 4.17 | Evaluación sensorial de olor para determinar muestra prototipo | 59 |
| Cuadro 4.18 | Análisis de varianza para el atributo olor para la muestra prototipo... | 60 |
| Cuadro 4.19 | Evaluación sensorial de color para determinar muestra prototipo | 61 |
| Cuadro 4.20 | de varianza para el atributo color para la muestra prototipo | 62 |
| Cuadro 4.21 | Evaluación sensorial del atributo consistencia para dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 64 |
| Cuadro 4.22 | Prueba de Duncan del atributo consistencia para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 66 |
| Cuadro 4.23 | Evaluación sensorial para el atributo adhesividad para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca | 67 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Cuadro 4.24 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo adhesividad..... | 68 |
| Cuadro 4.25 | Evaluación sensorial del atributo olor para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 69 |
| Cuadro 4.26 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo olor..... | 70 |
| Cuadro 4.27 | Evaluación sensorial para el atributo sabor para la dosificación del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 71 |
| Cuadro 4.28 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor | 72 |
| Cuadro 4.29 | Evaluación sensorial para el factor acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 74 |
| Cuadro 4.30 | Cuadro de análisis de varianza del factor acidez del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 75 |
| Cuadro 4.31 | Resultados del diseño experimental en el proceso de fermentación ... | 79 |
| Cuadro 4.32 | Análisis de varianza para el diseño 2 ³ en el yogurt aflanado con almidón de yuca en la etapa de fermentación..... | 79 |
| Cuadro 4.33 | Evaluación sensorial del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar | 81 |
| Cuadro 4.34 | Cuadro de análisis de varianza del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar..... | 82 |
| Cuadro 4.35 | Evaluación sensorial de acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar..... | 83 |
| Cuadro 4.36 | Cuadro de análisis de varianza de acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar | 84 |
| Cuadro 4.37 | Porcentaje de valoración de la acidez..... | 84 |
| Cuadro 4.38 | Evaluación sensorial del atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 87 |
| Cuadro 4.39 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 88 |
| Cuadro 4.40 | Evaluación sensorial para el atributo aroma para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca | 89 |
| Cuadro 4.41 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo aroma para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 90 |
| Cuadro 4.42 | Evaluación sensorial para el atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca | 91 |
| Cuadro 4.43 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca..... | 92 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Cuadro 4.44 | Evaluación sensorial para el atributo consistencia para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 94 |
| Cuadro 4.45 | Análisis de varianza para el atributo consistencia para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 95 |
| Cuadro 4.46 | Evaluación sensorial para el atributo adhesividad para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 96 |
| Cuadro 4.47 | Análisis de varianza para el atributo adhesividad para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 97 |
| Cuadro 4.48 | Evaluación sensorial para el atributo sabor para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 98 |
| Cuadro 4.49 | Análisis de varianza para el atributo sabor para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 99 |
| Cuadro 4.50 | Evaluación sensorial para el atributo color para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 100 |
| Cuadro 4.51 | Prueba de Duncan del atributo color | 101 |
| Cuadro 4.52 | Evaluación sensorial de acidez para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 102 |
| Cuadro 4.53 | Análisis de varianza de acidez para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 103 |
| Cuadro 4.54 | Porcentaje de valoración de la acidez | 104 |
| Cuadro 4.55 | Evaluación sensorial del atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento | 113 |
| Cuadro 4.56 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento | 114 |
| Cuadro 4.57 | Evaluación sensorial del atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento | 115 |
| Cuadro 4.58 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento | 116 |
| Cuadro 4.59 | Evaluación sensorial del atributo sabor del primer periodo de almacenamiento | 117 |
| Cuadro 4.60 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor | 118 |
| Cuadro 4.61 | Evaluación sensorial de acidez del primer periodo de almacenamiento | 118 |
| Cuadro 4.62 | Análisis de varianza para acidez del primer periodo de almacenamiento | 119 |
| Cuadro 4.63 | Porcentaje de valoración de la acidez..... | 120 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Cuadro 4.64 | Evaluación sensorial del atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento | 121 |
| Cuadro 4.65 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento..... | 122 |
| Cuadro 4.66 | Evaluación sensorial del atributo adhesividad del segundo periodo de almacenamiento | 123 |
| Cuadro 4.67 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo adhesividad..... | 124 |
| Cuadro 4.68 | Evaluación sensorial del atributo sabor del segundo periodo de almacenamiento..... | 124 |
| Cuadro 4.69 | Cuadro de análisis de varianza para el atributo sabor del segundo periodo de almacenamiento..... | 125 |
| Cuadro 4.70 | Evaluación sensorial de acidez del segundo periodo de almacenamiento..... | 126 |
| Cuadro 4.71 | Cuadro de análisis de varianza para acidez del segundo periodo de almacenamiento | 127 |
| Cuadro 4.72 | Porcentaje de valoración de la acidez..... | 127 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 3.1 | Termostato..... | 21 |
| Figura 3.2 | Batidora eléctrica | 22 |
| Figura 3.3 | Cocina industrial..... | 23 |
| Figura 3.4 | Freezer | 23 |
| Figura 3.5 | Balanza analítica digital | 24 |
| Figura 3.6 | pH-metro de mesa digital | 25 |
| Figura 3.7 | Refractómetro de bolsillo | 26 |
| Figura 3.8 | Diagrama de proceso de elaboración de yogurt aplanado natural con almidón de yuca..... | 30 |
| Figura 4.1 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para muestra patrón..... | 43 |
| Figura 4.2 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura para muestra patrón | 45 |
| Figura 4.3 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para muestra patrón | 47 |
| Figura 4.4 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para muestra patrón | 49 |
| Figura 4.5 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para muestra patrón | 51 |
| Figura 4.6 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia..... | 54 |
| Figura 4.7 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura | 56 |
| Figura 4.8 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor..... | 58 |
| Figura 4.9 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor..... | 60 |
| Figura 4.10 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color | 62 |
| Figura 4.11 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia..... | 65 |
| Figura 4.12 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad..... | 68 |
| Figura 4.13 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor..... | 70 |
| Figura 4.14 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor..... | 72 |
| Figura 4.15 | Valores promedios de la evaluación sensorial para el factor acidez ... | 74 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.16 | M101 Valoración de acidez | 76 |
| Figura 4.17 | M102 Valoración de acidez | 76 |
| Figura 4.18 | M103 Valoración de acidez | 77 |
| Figura 4.19 | M104 Valoración de acidez | 77 |
| Figura 4.20 | M105 Valoración de acidez | 77 |
| Figura 4.21 | M106 Valoración de acidez | 77 |
| Figura 4.22 | M107 Valoración de acidez | 78 |
| Figura 4.23 | M108 Valoración de acidez | 78 |
| Figura 4.24 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar | 81 |
| Figura 4.25 | Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para definir el porcentaje de cultivo láctico a utilizar | 83 |
| Figura 4.26 | M102 Valoración de acidez | 85 |
| Figura 4.27 | M103 Valoración de acidez | 85 |
| Figura 4.28 | M105 Valoración de acidez..... | 85 |
| Figura 4.29 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca.. | 89 |
| Figura 4.30 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca.. | 90 |
| Figura 4.31 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para caracterizar el sabor del yogurt aflanado con almidón de yuca .. | 92 |
| Figura 4.32 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 95 |
| Figura 4.33 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 97 |
| Figura 4.34 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 99 |
| Figura 4.35 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 101 |
| Figura 4.36 | Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez para comparar yogurt aflanado con almidón de yuca con muestra patrón | 103 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.37 | M201 Valoración de acidez | 104 |
| Figura 4.38 | M202 Valoración de acidez | 104 |
| Figura 4.39 | M203 Valoración de acidez | 105 |
| Figura 4.40 | Variación de acidez en el proceso de fermentación | 106 |
| Figura 4.41 | Variación de pH en el proceso de fermentación | 107 |
| Figura 4.42 | Variación de acidez en el proceso de fermentación | 108 |
| Figura 4.43 | Variación de pH en el proceso de fermentación | 109 |
| Figura 4.44 | Variación de acidez de yogurt aflanado con almidón de yuca con conservante y sin conservante | 112 |
| Figura 4.45 | Variación de pH del yogurt aflanado con almidón de yuca con conservante y sin conservante | 112 |
| Figura 4.46 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia del primer periodo de almacenamiento | 114 |
| Figura 4.47 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad del primer periodo de almacenamiento | 115 |
| Figura 4.48 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor del primer periodo de almacenamiento | 117 |
| Figura 4.49 | Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez del primer periodo d almacenamiento | 119 |
| Figura 4.50 | 251 Valoración de acidez | 120 |
| Figura 4.51 | 252 Valoración de acidez | 120 |
| Figura 4.52 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo consistencia del segundo periodo de almacenamiento | 121 |
| Figura 4.53 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo adhesividad del segundo periodo de almacenamiento | 123 |
| Figura 4.54 | Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor de segundo periodo de almacenamiento..... | 125 |
| Figura 4.55 | Valores promedios de la evaluación sensorial de acidez del segundo periodo de almacenamiento..... | 126 |
| Figura 4.56 | 171 Valoración de acidez | 128 |
| Figura 4.57 | 172 Valoración de acidez | 128 |
| Figura 4.58 | Balance de materia para la elaboración de yogurt aflanado natural con almidón de yuca | 129 |
| Figura 4.59 | Primera filtración | 130 |
| Figura 4.60 | Etaapa de estandarización | 131 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.61 | Segunda filtración | 131 |
| Figura 4.62 | Etapa de precalentamiento | 132 |
| Figura 4.63 | Etapa de pasteurización | 133 |
| Figura 4.64 | Etapa de inoculación..... | 134 |
| Figura 4.65 | Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de yogurt aplanado natural con almidón de yuca..... | 135 |
| Figura 4.66 | Balance de energía en la etapa de pasteurización..... | 136 |