

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LOS
ALIMENTOS**



“ELABORACIÓN DE REFRESCO DE SÉSAMO”

Por:

PALMIRA MÁRQUEZ GUTIÉRREZ

Proyecto 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.

Abril – 2017

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

Msc. Ing. Ernesto Álvarez González
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

Msc. Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez
DIRECTOR
DPTO. BIOTECNOLOGÍA Y
CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

Ing. José Johnny Mercado Rojas
DOCENTE GUÍA

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

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi madre
María Gutiérrez, por su apoyo
incondicional, constante esfuerzo
y estar siempre a mi lado en las
buenas y en las malas.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre en cada instante de mi vida, por darme fortaleza y sabiduría para alcanzar con éxito mi mayor sueño anhelado.

A mi docente guía Ing. José Johnny Mercado Rojas, por su orientación y apoyo en el presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, por haberme brindado sus conocimientos y contribuir en mi formación profesional.

A mi padre por cuidarme desde el cielo.

A mi madre por darme su amor, comprensión, y el apoyo que recibo en todo momento.

A mi hermano Daniel, mi sobrina Daniela y mis hermanas, por su respaldo moral y sus palabras de amor y fortaleza.

A Adel Mena por su amor y por apoyarme en la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO

“El éxito no se logra con cualidades especiales. Es sobre todo un trabajo de constancia, de método y de organización”

Anónimo.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

| | Página |
|--|--------|
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.1.1 Zonas productoras de sésamo en Bolivia..... | 2 |
| 1.2 Justificación..... | 3 |
| 1.3 Objetivos | 4 |
| 1.3.1 Objetivo general | 4 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.4 Planteamiento del problema | 4 |
| 1.5 Formulación del problema | 5 |
| 1.6 Hipótesis general..... | 5 |

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

| | |
|---|----|
| 2.1 Origen del sésamo | 6 |
| 2.2 Taxonomía y morfología de la planta | 6 |
| 2.3 Descripción de la planta..... | 7 |
| 2.3.1 Tallo | 8 |
| 2.3.2 Hojas | 8 |
| 2.3.3 Flor..... | 9 |
| 2.3.4 Fruto | 9 |
| 2.3.5 Semilla | 9 |
| 2.4 Variedades de sésamo | 9 |
| 2.4.1 Variedad escoba blanco..... | 10 |
| 2.4.2 Variedad nevada..... | 10 |

| | | |
|-------------------------|---|----|
| 2.4.3 | Variedad negro doble (tordo)..... | 10 |
| 2.4.4 | Variedad negro simple (mauri) | 10 |
| 2.4.5 | Variedad venezuela 44 | 10 |
| 2.4.6 | Variedad precoz | 11 |
| 2.4.7 | Variedad inamar | 11 |
| 2.5 | Cultivo..... | 11 |
| 2.6 | Requerimientos climático..... | 11 |
| 2.6.1 | Suelo..... | 11 |
| 2.6.2 | Disponibilidad hídrica y temperatura..... | 12 |
| 2.6.3 | Fertilización..... | 12 |
| 2.7 | Composición química de la semilla de sésamo..... | 12 |
| 2.7.1 | Proteínas..... | 13 |
| 2.7.2 | Aminoácidos | 13 |
| 2.7.3 | Grasas..... | 14 |
| 2.7.4 | Carbohidratos | 14 |
| 2.7.5 | Fibra | 15 |
| 2.7.6 | Cenizas | 15 |
| 2.7.7 | Vitaminas | 15 |
| 2.7.8 | Minerales..... | 15 |
| 2.8 | Composición nutricional del sésamo lavado y tostado | 15 |
| 2.9 | Usos del sésamo como materia prima..... | 16 |
| 2.9.1 | En la medicina..... | 16 |
| 2.9.2 | En la industria cosmetológica | 17 |
| 2.9.3 | En la manufactura de pinturas a base de aceite..... | 17 |
| 2.9.4 | En la manufactura de productos alimenticios | 17 |
| 2.9.4.1 | En la industria panificadora | 17 |
| 2.9.4.2 | En la preparación de comidas | 18 |
| 2.9.4.3 | En la elaboración del gomasio | 18 |
| 2.9.4.4 | En la elaboración del tahini..... | 18 |
| 2.9.4.5 | En la obtención de aceite..... | 18 |

| | | |
|------------------------|--|----|
| 2.9.5 | Usos de la pasta..... | 19 |
| 2.10 | Descripción de los insumos..... | 19 |
| 2.10.1 | Azúcar | 19 |
| 2.10.2 | Canela..... | 20 |
| 2.10.3 | Clavo de olor | 20 |
| 2.11 | Características fisicoquímicas del refresco de sésamo..... | 21 |
| 2.11.1 | Propiedades y beneficios del refresco de sésamo | 22 |
| 2.11.2 | Información nutricional del refresco de sésamo (por cada 100 g)..... | 22 |
| 2.12 | Diagrama de proceso para la elaboración del refresco de sésamo | 23 |
| 2.12.1 | Recepciones de la materia prima..... | 24 |
| 2.12.2 | Pesado | 24 |
| 2.12.3 | Tostado..... | 24 |
| 2.12.4 | Hidratado..... | 24 |
| 2.12.5 | Molienda | 24 |
| 2.12.6 | Tamizado y filtrado | 25 |
| 2.12.7 | Dosificación y mezclado | 25 |
| 2.12.8 | Pasterización | 25 |
| 2.12.9 | Enfriamiento..... | 25 |
| 2.12.10 | Envasado | 25 |
| 2.12.11 | Refrigeración..... | 26 |
| 2.13 | Análisis de la evaluación sensorial | 26 |
| 2.13.1 | Pruebas analíticas | 26 |
| 2.13.2 | Pruebas afectivas | 27 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

| | | |
|----------|---|----|
| 3.1 | Introducción | 28 |
| 3.2 | Descripción de equipos, materiales, materia prima, insumos y aditivos | 28 |
| 3.2.1 | Equipos e instrumentos | 28 |
| 3.2.1.1 | Balanza electrónica digital | 28 |
| 3.2.1.2 | Licuada..... | 30 |
| 3.2.1.3 | Olla tostadora de acero inoxidable | 31 |
| 3.2.1.4 | Cocina | 32 |
| 3.2.1.5 | Heladera eléctrica (frigobar) | 33 |
| 3.2.2 | Materiales de laboratorio..... | 34 |
| 3.2.3 | Materia prima | 34 |
| 3.2.4 | Insumos y aditivos | 35 |
| 3.3 | Metodología de elaboración del refresco | 36 |
| 3.3.1 | Descripción del proceso de elaboración del refresco de sésamo | 37 |
| 3.3.1.1 | Recepción de la materia prima | 37 |
| 3.3.1.2 | Pesado | 37 |
| 3.3.1.3 | Tostado..... | 37 |
| 3.3.1.4 | Hidratado..... | 37 |
| 3.3.1.5 | Molienda | 38 |
| 3.3.1.6 | Tamizado y filtrado | 38 |
| 3.3.1.7 | Dosificación y mezclado | 38 |
| 3.3.1.8 | Pasteurización | 38 |
| 3.3.1.9 | Enfriamiento..... | 38 |
| 3.3.1.10 | Envasado | 39 |
| 3.3.1.11 | Refrigeración..... | 39 |
| 3.4 | Metodología para la obtención de resultados..... | 39 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.4.1 | Determinación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas para la materia prima..... | 39 |
| 3.4.2 | Técnicas de determinación de los análisis | 40 |
| 3.5 | Análisis sensorial | 40 |
| 3.5.1 | Evaluación sensorial inicial para la dosificación de insumos | 41 |
| 3.5.2 | Evaluación sensorial final para la dosificación de insumos..... | 41 |
| 3.5.3 | Evaluación sensorial del producto terminado | 41 |
| 3.6 | Diseño experimental | 41 |
| 3.6.1 | Diseño factorial en la etapa de tostado del sésamo | 42 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1 | Características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima | 44 |
| 4.2 | Elaboración del refresco de sésamo | 45 |
| 4.2.1 | Evaluación sensorial para determinar la dosificación inicial..... | 45 |
| 4.2.1.1 | Evaluación sensorial para el atributo sabor..... | 46 |
| 4.2.1.1.1 | Prueba de Duncan para el atributo sabor..... | 48 |
| 4.2.1.2 | Evaluación sensorial para el atributo color | 49 |
| 4.2.1.3 | Evaluación sensorial para el atributo olor..... | 52 |
| 4.2.1.3.1 | Prueba de Duncan para el atributo olor..... | 54 |
| 4.2.2 | Evaluación sensorial para determinar la dosificación final..... | 55 |
| 4.2.2.1 | Evaluación sensorial para el atributo sabor en la etapa de dosificación final..... | 56 |
| 4.2.2.2 | Evaluación sensorial para el atributo olor en la etapa de dosificación final | 58 |
| 4.2.3 | Evaluación sensorial del producto terminado | 61 |
| 4.2.4 | Diseño experimental para determinar las variables en la etapa de tostado | 63 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.3 | Características fisicoquímicas y microbiológicas del producto terminado..... | 65 |
| 4.4 | Balance de materia y energía del proceso de elaboración para el refresco de sésamo | 66 |
| 4.4.1 | Balance de materia en el tostado del sésamo | 67 |
| 4.4.2 | Balance de materia en el hidratado | 68 |
| 4.4.3 | Balance de materia en la molienda..... | 69 |
| 4.4.4 | Balance de materia en el tamizado y filtrado | 70 |
| 4.4.5 | Balance de materia en la elaboración del jarabe | 71 |
| 4.4.6 | Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado | 72 |
| 4.4.7 | Balance de materia en la de etapa pasteurización | 73 |
| 4.4.8 | Balance de energía en el tostado del grano de sésamo..... | 74 |
| 4.4.9 | Balance de energía en la pasteurización del agua | 76 |
| 4.4.10 | Balance de energía en la pasteurización del jarabe | 77 |
| 4.4.11 | Balance de energía en la pasteurización del refresco de sésamo | 79 |
| 4.4.12 | Balance de energía en la molienda del sésamo | 81 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 5.1 | Conclusiones | 82 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 84 |
| | Bibliografía | |
| | Anexos | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|------------|---|
| Tabla 1.2 | Zonas productoras de sésamo en Bolivia 3 |
| Tabla 2.1 | Clasificación taxonómica..... 6 |
| Tabla 2.2 | Composición química promedio de la semilla de ajonjolí..... 12 |
| Tabla 2.3 | Comparación del valor proteínico de semillas de Ajonjolí con otros productos alimenticios 13 |
| Tabla 2.4 | Contenido nutricional del sésamo lavado y tostado..... 16 |
| Tabla 2.5 | Composición nutricional del refresco de sésamo..... 22 |
| Tabla 3.1 | Materiales utilizados en la elaboración del refresco de sésamo..... 34 |
| Tabla 3.2 | Insumos y aditivos utilizados para la elaboración 36 |
| Tabla 3.3 | Análisis fisicoquímico y microbiológico del grano de sésamo 39 |
| Tabla 3.4 | Métodos de análisis utilizados 40 |
| Tabla 3.5 | Variación de los factores en el proceso de tostado del sésamo..... 42 |
| Tabla 3.6 | Diseño factorial en la etapa de tostado de sésamo 43 |
| Tabla 4.1 | Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico del grano de sésamo 44 |
| Tabla 4.2 | Resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor 46 |
| Tabla 4.3 | ANVA análisis de varianza para el atributo sabor 47 |
| Tabla 4.4 | Análisis de los tratamientos para el atributo sabor 48 |
| Tabla 4.5 | Resultados de la evaluación sensorial para el atributo color 49 |
| Tabla 4.6 | ANVA análisis de varianza para el atributo color 51 |
| Tabla 4.7 | Resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor 52 |
| Tabla 4.8 | ANVA análisis de varianza para el atributo olor 54 |
| Tabla 4.9 | Análisis de los tratamientos para el atributo olor..... 54 |
| Tabla 4.10 | Resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor 56 |
| Tabla 4.11 | ANVA análisis de varianza para el atributo sabor 57 |
| Tabla 4.12 | Resultados de la evaluación sensorial para el atributo olor 58 |
| Tabla 4.13 | ANVA análisis de varianza para el atributo olor 60 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 4.14 | Resultados de evaluación sensorial para los atributos sabor, color y olor del producto terminado | 61 |
| Tabla 4.15 | Análisis de varianza (ANVA)..... | 62 |
| Tabla 4.16 | Resultados del contenido de humedad en la etapa de tostado..... | 63 |
| Tabla 4.17 | ANVA análisis de varianza para el contenido de humedad en la etapa de tostado | 64 |
| Tabla 4.18 | Análisis fisicoquímico del producto terminado | 65 |
| Tabla 4.19 | Análisis microbiológico del producto terminado..... | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|-------------|---|
| Figura 1.1 | Superficie de cultivo y rendimiento de sésamo en Bolivia..... 2 |
| Figura 2.1 | Planta de sésamo (ajonjolí)..... 7 |
| Figura 2.2 | Características generales de la hoja de sésamo..... 8 |
| Figura 2.3 | Proceso de elaboración del refresco de sésamo..... 23 |
| Figura 3.1 | Balanza digital 29 |
| Figura 3.2 | Licuadora 30 |
| Figura 3.3 | Olla tostadora..... 31 |
| Figura 3.4 | Cocina..... 32 |
| Figura 3.5 | Heladera frigobar..... 33 |
| Figura 3.6 | Canela 35 |
| Figura 3.7 | Clavo de olor..... 35 |
| Figura 3.8 | Diagrama de proceso para la elaboración del refresco de Sésamo 36 |
| Figura 4.1 | Promedios para el atributo sabor 47 |
| Figura 4.2 | Promedios para el atributo color..... 50 |
| Figura 4.3 | Promedios para el atributo olor..... 53 |
| Figura 4.4 | Promedios para el atributo sabor 57 |
| Figura 4.5 | Promedios para el atributo olor..... 59 |
| Figura 4.6 | Promedios de la evaluación sensorial del producto terminado..... 62 |
| Figura 4.7 | Balance de materia para el proceso de elaboración del refresco 66 |
| Figura 4.8 | Balance de materia en la etapa de tostado 67 |
| Figura 4.9 | Balance de materia en la etapa de hidratado..... 68 |
| Figura 4.10 | Balance de materia en la etapa de molienda..... 69 |
| Figura 4.11 | Balance de materia en la etapa de tamizado y filtrado 70 |
| Figura 4.12 | Balance de materia para la elaboración del jarabe..... 71 |
| Figura 4.13 | Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado 72 |
| Figura 4.14 | Balance de materia en la etapa de pasteurización..... 73 |

