

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO DE GRADO



ELABORACIÓN DE HARINA PARA CONSUMO HUMANO

A PARTIR DE ORUJO DE UVA

DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Por:

DARSY QUISBERTH BAUTISTA

Modalidad de graduación (Investigación aplicada) presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Octubre de 2019

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalves

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA

Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Fabricio Campero Verdún

Ing. Weimar Torrejón

Ing. Gustavo Moreno López

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

Dedicado con mucho amor a mis hermanos Alisson y Jhunion por ser ellos la inspiración que me impulsa a seguir y a mi pequeño sobrino Jesús Alessandro, por convertirse en un sentido más de vida para continuar luchando.

A mi gran amigo Ing. Ronal Velásquez, que desde el cielo comparte conmigo este logro más.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios por estar siempre presente en cada paso que doy y por permitirme llegar a culminar con éxito esta meta más.

Agradezco especialmente a mi padre, Valentín Quisberth, por su apoyo incondicional y por ser siempre mi ejemplo a seguir y a mi madre, Marisol Bautista.

A toda mi familia y amigos.

También quiero agradecer infinitamente al Ing. Fabricio Campero V. por su gran ayuda y orientación para el desarrollo de este proyecto. Asimismo, hago extensiva mi gratitud a mi Tutor de Proyecto de Grado; Ing. Ignacio Velásquez, al Dr. Mauricio Peñarrieta del Instituto de Investigaciones Químicas de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés, por su predisposición y ayuda para la realización de los Análisis finales.

¡GRACIAS!

Pensamiento

“TARDA EN LLEGAR Y AL FINAL HAY
RECOMPENSA”

Gustavo Cerati

INDICE	Pág.
--------------	------

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	ANTECEDENTES	1
1.1.1	Generalidades	1
1.1.2	Definición de Harina	5
1.1.3	Identificación del Problema de desarrollo a resolver con el proyecto	7
1.1.4	Descripción general de Harina de Orujo de Uva	8
1.1.5	Mercado de Harina de Orujo de Uva	13
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo General	19
1.2.2	Objetivos Específicos	19
1.3	JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO	19
1.3.1	Justificación Económica	19
1.3.2	Justificación Tecnológica	20
1.3.3	Justificación Social	20
1.3.4	Justificación Ambiental	20

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES DE LA MATERIA PRIMA Y SUS PROPIEDADES

2.1	Descripción general del Orujo de Uva	21
2.1.1	Origen de Orujo de Uva	21
2.1.2	Definición de Orujo de Uva	22
2.1.3	Clasificación de Orujo de Uva	23

2.2	Propiedades Funcionales	26
2.2.1	Capacidad Antioxidante	26
2.2.2	Antioxidantes en vino y orujo o bagazo de uva	28
2.2.3	Fibra Dietaria.....	29
2.2.4	Efectos de la fibra dietaria en el organismo	30
2.2.5	Resveratrol.....	30
2.2.6	Proteína.....	32

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1	Procesos Fundamentales de elaboración de Harinas en general	34
3.1.1	Secado	34
3.1.2	Métodos de secado	41
3.1.3	Tipos de Secadores.....	42
3.1.4	Factores que influyen el secado.....	43
3.1.5	Molienda.....	45
3.1.6	Tipos de Molinos.....	46
3.1.7	Factores que influyen la molienda.....	47
3.1.8	Tamizado	48
3.2	Métodos Experimentales para la elaboración de Harina de Orujo de Uva ...	49
3.2.1	Método extrusión-prensado.....	49
3.2.2	Método de molienda tradicional.....	52

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

4.1	Materia Prima	53
4.1.2	Selección de la Materia Prima	53
4.2	Materiales usados en la investigación.....	54
4.1.2	Materiales y equipos	54
4.2	Metodología de la Investigación.....	54
4.1.2	Selección del Método a aplicar	54
4.2	Diseño del Proceso Tecnológico según el método seleccionado.....	56
4.2.2	Selección de Variables del Proceso Tecnológico	58
4.3	Diseño Experimental.....	58
4.3.2	Modelo del Diseño Factorial.....	59
4.4	Desarrollo de Investigación en Laboratorio.....	60
4.4.1	Investigación del Proceso	60
4.4.2	Análisis de producto final.....	93
4.4.3	Caracterización fisicoquímica del producto final obtenido	106
4.4.4	Balance de Materia y Energía.....	106
4.4.5	Determinación de Rendimiento de Proceso.....	120

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

5.1	Resultados de la Investigación del Proceso	123
5.1.1	Resultados de Análisis de la Materia Prima.....	123
5.1.2	Resultados obtenidos en la etapa de Secado	124
5.1.3	Resultados obtenidos en la Cinética de Secado.....	128

5.1.4	Resultados obtenidos en la etapa de Tamizado.....	128
5.1.5	Resultados obtenidos en la etapa de Molienda.....	128
5.1.6	Resultados de Balance de Materia y Energía	129
5.1.7	Resultados de Análisis de Producto Final	130
5.2	Análisis Estadístico de los resultados.....	134

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	143
6.2	Recomendaciones.....	144
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		145
ANEXOS.....		153

ÍNDICE DE TABLAS	Pág.
Tabla I-1 Comparación nutritiva con otros sub productos industriales.....	4
Tabla I-2 Comparación de fibras en harinas.....	9
Tabla I-3 Información nutricional.....	10
Tabla I-4 Capacidad antioxidante de la harina de orujo de uva.....	11
Tabla I-5 Precios de venta de Harina de Orujo de Uva.....	16
Tabla II-1 Composición Química de orujo de uva.....	24
Tabla II-2 Composición de orujo de uva vs otros cereales.....	25
Tabla III-1 Tipos de secadores según la materia a deshidratar.....	41
Tabla III-2 Requerimientos de tamaño de partícula para aplicación de Harina de Orujo.....	46
Tabla III-3 Abertura de la serie de tamices UNE y su equivalencia correspondiente de la serie ASTM.....	49
Tabla IV-1 Tabla de criterios y ponderación.....	55
Tabla IV-2 Escala de Puntuación del 1 a 100.....	55
Tabla IV-3: Matriz de calificación el proceso para la elaboración de Harina de Orujo de Uva.....	56
Tabla IV-4 Referencias de Temperaturas para Propiedades.....	59
Tabla IV-5 Tabla de Factores y Niveles.....	60
Tabla IV-6 Parámetros de Análisis de Materia Prima.....	61
Tabla IV-7 Variación de la masa de 40,046 gramos de Orujo de Uva.....	67
Tabla IV-8 Tabla de Variación de Inversa de la masa.....	68
Tabla IV-9 Variación de la humedad en Base Seca (X) de Orujo de Uva.....	70
Tabla IV-10 Variación de la humedad en Base Húmeda (M) de Orujo de Uva.....	72
Tabla IV-11 Resultados de Método de 3 Puntos T= 55°C.....	75
Tabla IV-12 Datos de Velocidad de secado.....	78
Tabla IV-13 Equivalencias serie de Tamices UNE con ASTM.....	80
Tabla IV-14 Porcentaje de Retención en el Tamiz.....	82
Tabla IV-15 Recuperación de Hollejo en la Separación.....	83
Tabla IV-16 Curva estándar, método FRAP.....	95

Tabla IV-17 Curva estándar, Fenoles Totales	97
Tabla IV-18 Curva estándar, Método ABTS	98
Tabla IV-19 Método de análisis, HPLC	100
Tabla IV-20 Escala de Puntuación para Evaluación Sensorial.....	101
Tabla IV-21 Parámetros de Análisis de Producto Final	106
Tabla IV-22 Nomenclatura de Corrientes y Componentes para Balance de Materia	106
Tabla IV-23 Nomenclatura de Corrientes para Balance de Energía	115
Tabla IV-24 Nomenclatura de variables para Balance de Energía.....	115
Tabla IV-25 Energía consumida en el proceso.....	120
Tabla V-1 Caracterización de la materia prima “Orujo de Uva”	123
Tabla V-2 Variación de Masa de Orujo de Uva en la Etapa de Secado en Ensayos	124
Tabla V-3 Ecuaciones de Ajuste para la Variación de masa en Ensayos.....	126
Tabla V-4 Variación de Humedad en Base Seca de Orujo de Uva en la Etapa de Secado en Ensayos.....	126
Tabla V-5 Humedad Crítica y Humedad de Equilibrio en Ensayos.....	127
Tabla V-6 Ecuaciones de Velocidad para Ensayos	128
Tabla V-7 Separación de Hollejo de Semilla	128
Tabla V-8 Pérdidas en la Etapa de Molienda en Ensayos	129
Tabla V-9 Resultados de Balance de Materia	129
Tabla V-10 Resultados de Balance de Energía	130
Tabla V-11 Caracterización del producto final “Harina de Orujo de Uva”	130
Tabla V-12 Resultados de Antioxidantes para Ensayos.....	131
Tabla V-13 Resultados de Resveratrol para Ensayos.....	132
Tabla V-14 Resultados de la Evaluación Sensorial.....	133
Tabla V-15 Resultados de respuestas variable en función de la temperatura	135
Tabla V-16 Análisis de Resultados Obtenidos	136
Tabla V-17 Tabla de Promedio de Replicas para cada ensayo.....	136
Tabla V-18 Asignación de puntuación a atributos	136
Tabla V-19 Resultados de ponderación de variables respuesta.....	137
Tabla V-20 Factor de Equidad entre datos	138

Tabla V-21 Equidad de datos en variables respuesta	138
Tabla V-22 Valoración Total de variables respuesta.....	138
Tabla V-23 Pruebas de los efectos inter- sujetos para Antioxidantes	140
Tabla V-24 ANOVA de un factor para Resveratrol.....	140
Tabla V-25 ANOVA de un factor para Evaluación Sensorial.....	141
Tabla V-26 ANOVA b	141
Tabla V-27 Coeficientes de Ecuación	142

ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
Figura I-1 Distribución de Harina de Orujo de Uva.....	17
Figura II-1 Diagramas de bloque de la elaboración de vino blanco y vino tinto	22
Figura II-2 Escobajo, hollejo y semillas.....	23
Figura III-1 Curva de Secado	38
Figura III-2 Curva de Velocidad de Secado	39
Figura III-3 Proceso de Elaboración de Harina de Orujo de Uva por Método Extrusión- Prensado	51
Figura III-4 Proceso de Elaboración de Harina de Orujo de Uva	52
Figura IV-1 Esquema para la Elaboración de Harina de Orujo de Uva	57
Figura IV-2 Esquema de Planos Experimentales	62

ÍNDICE DE IMÁGENES	Pág.
Imagen I-1 Harina de orujo de uva.....	9
Imagen I-2 Harina de Quinua.....	18
Imagen IV-1 Regulación de Temperatura.....	63
Imagen IV-2 Pesado de orujo en caja Petri.....	64
Imagen IV-3 Muestras introducidas en el Horno a Vacío.....	64
Imagen IV-4 Muestras de Orujo de Uva en el Desecador.....	65
Imagen IV-5 Muestras de Orujo de Uva seco.....	66
Imagen IV-7 Orden descendente de mallas en el tamiz vibratorio.....	81
Imagen IV-8 Regulación de condiciones para tamiz.....	81
Imagen IV-9 Hollejo retenido en malla N°5.....	83
Imagen IV-10 Hollejo retenido en malla N°4.....	84
Imagen IV-11 Semilla retenida en malla N°2.....	84
Imagen IV-12 Hollejo retenido en malla N°1.....	85
Imagen IV-13 Masa de hollejo en la base.....	85
Imagen IV-14 Semilla separada.....	86
Imagen IV-15 Sellado de Hollejo seco.....	86
Imagen IV-16 Hollejo envasado y recubierto con papel aluminio.....	87
Imagen IV-17 Adaptación de bolsa colectora.....	88
Imagen IV-18 Introducción de Hollejo de Uva al Molino.....	89
Imagen IV-19 Pesado de Producto final obtenido.....	90
Imagen IV-20 Sellado de Harina de Orujo de Uva.....	91
Imagen IV-21 Ensayos de Harina de Orujo de Uva obtenidos y acondicionados para Análisis.....	92
Imagen IV-22 Muestras en ependorf.....	93
Imagen IV-23 Sonificador (Extracción de muestras).....	94
Imagen IV-24 Centrifugadora.....	94
Imagen IV-25 Placa de lectura, método FRAP.....	96
Imagen IV-26 Placa de lectura, Fenoles Totales.....	97
Imagen IV-27 Placa de lectura, ABTS.....	99

Imagen IV-28 Equipo, HPLC.....	100
Imagen IV-29 Ensayos preparados para la Evaluación Sensorial	104
Imagen IV-30 Evaluación sensorial de ensayos a diferentes condiciones de Secado	105