

**“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA TIPO VINO A  
PARTIR DEL ORUJO DE UVA**

**Por:**

**JAVIER CALIZAYA REQUENA**

**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.**

**TARIJA-BOLIVIA**

**JULIO - 2023**

V°B°

---

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

**DECANO**

---

M.Sc. Lic. Clous Gustavo Succi

**VICEDECANA**

**APROBADO POR TRIBUNAL:**

---

Ing. Patricia Castillo

---

Ing. Luis F. Zenteno B.

---

Ing. Raúl Mejía Mogrovejo

## **ADVERTENCIA**

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**

A mi familia y amigos, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando se complicaba.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente doy gracias a Dios por ser el inspirador y darme fuerzas para obtener uno de los anhelos más deseados. A mi familia por su amor y apoyo en todos estos años, gracias por no dejarme solo en este proceso durante la realización de esta tesis.

A mi padre David Calizaya por sus consejos para que me esforzara en la finalización de este trabajo.

A todos mis docentes, amigos, compañeros y demás personas que de alguna manera me ayudaron para cumplir esta meta en mi vida.

## **PENSAMIENTO**

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”

Mahatma Gandhi, 1948.

## INDICE

	Página.
ADVERTENCIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
PENSAMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página.
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. Mercado del vino .....	2
1.2.1. Mercado consumidor.....	2
1.2.2. Principales exportadores mundiales .....	3
1.2.3. Principales importadores mundiales .....	5
1.2.4. Mercado del vino en Bolivia.....	5
1.2.5. Mercado consumidor en Bolivia .....	6
1.2.6. Demanda y oferta del vino .....	8
1.3. Variedades de uva en Bolivia.....	10
1.4. OBJETIVOS .....	14
1.4.1. Objetivo general .....	14
1.4.2. Objetivos específicos .....	14
1.5. JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	14

1.5.1. Aspecto tecnológico .....	15
1.5.2. Aspecto Económico .....	15
1.5.3. Aspecto Ambiental.....	15

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. El vino .....	17
2.1.1. Características del vino .....	19
2.2. Materia prima .....	21
2.2.1. Origen de Orujo Uva.....	21
2.2.2. Definición de Orujo de Uva .....	21
2.2.3. Caracterización físico química de la Materia Prima utilizada en el estudio. ....	22
2.2.3.1. Composición química del orujo .....	22
2.3. Proceso Fermentación alcohólica.....	23
2.3.1. Microorganismos encargados de la fermentación alcohólica .....	24
2.3.2. Factores a controlar en la elaboración de Vinos de uva.....	25
2.4. Fermentación maloláctica .....	27
2.5. Selección del Método.....	28
2.5.1. Métodos de fermentación alcohólica .....	28
2.5.1.1. Fermentación espontánea.....	28
2.5.1.2. Fermentación con levaduras seleccionadas.....	29
2.5.1.3. Fermentación con levaduras comerciales.....	30
2.6. Descripción del proceso de producción de una bebida alcohólica tipo Vino de Orujo de Uva.....	31



2.6.1. Recepción de Materia Prima .....	31
2.6.2. Selección .....	31
2.6.3. Baño de Inmersión y Reposo a Temperatura ambiente .....	31
2.6.4. Preparación del cultivo.....	31
2.6.5. Mezclado y fermentación alcohólica .....	32
2.6.6. Clarificado.....	32
2.6.7. Filtrado .....	32
2.6.8. Envasado .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **PARTE EXPERIMENTAL**

3.1. Materia Prima.....	34
3.2. Metodología. ....	34
3.2.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	34
3.2.2. Análisis fisicoquímico realizado durante la fermentación alcohólica.....	35
3.2.3. Análisis fisicoquímico del producto terminado .....	36
3.2.4. Análisis sensorial.....	36
3.3. Materiales, equipos, insumos y reactivos usados en la investigación.....	36
3.4. Selección del método de Fermentación.....	38
3.5. Descripción del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.....	39
3.5.1. Recepción de la materia prima .....	40
3.5.2. Pesado .....	41
3.5.3. Baño de inmersión o encubado .....	42

3.5.4. Preparación del mosto .....	42
3.5.5. Preparación y adición de la levadura .....	44
3.5.6. Sulfitado .....	45
3.5.7. Fermentación alcohólica .....	46
3.5.8. Bazuqueó.....	47
3.5.9. Trasiego.....	47
3.5.10. Clarificación .....	48
3.5.11. Tratamiento de Frío.....	49
3.5.12. Envasado .....	50
3.6. Diseño experimental .....	50
3.6.1. Diseño factorial fermentación alcohólica.....	50
3.7. Variable respuesta .....	51
3.8. Balance de materia para el proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	52
3.8.1. Balance de materia en el baño de inmersión.....	52
3.8.2. Balance de materia en corrección del mosto.....	53
3.8.3. Balance de materia durante la etapa de descube .....	55
3.8.4. Balance de materia durante trasiego 1 .....	56
3.8.5. Balance de materia durante el clarificación y trasiego 2 .....	57
3.8.6. Balance de materia durante la etapa de filtración o trasiego 3.....	57
3.8.7. Balance de materia durante el envasado .....	58
3.8.8. Rendimiento del proceso de elaboración de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	59

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima.....	60
4.2. Análisis fisicoquímico en el mosto inicial y mosto corregido .....	60
4.3. Controles realizados en la fermentación alcohólica.....	61
4.3.1. Medición del pH.....	61
4.3.2. Medición de la temperatura.....	63
4.3.3. Medición de los grados °Brix .....	64
4.4. Análisis fisicoquímico del producto final .....	66
4.5. Resultados del análisis sensorial .....	66
4.5.1. Análisis de varianza para el atributo color de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	68
4.5.2. Análisis de varianza para el atributo aroma de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	69
4.5.3. Análisis de varianza para el atributo sabor de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	70
4.5.4. Estadístico de caja y bigote para los atributos color, aroma y sabor.....	71
4.6. Análisis estadístico del diseño experimental.....	72
4.6.1. Análisis de varianza .....	72
4.6.2. Ecuación de regresión lineal variable respuesta.....	74
4.6.3. Pareto de los efectos estandarizados para el análisis sensorial del de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva.....	74
4.6.4. Gráficas factoriales de las variables del experimento .....	75

4.7. Costos de proyecto .....	76
-------------------------------	----

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	79
5.2. Recomendaciones.....	80
BIBLIOGRAFIA.....	81

### **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO A.....	86
ANEXO B.....	91
ANEXO C.....	92
ANEXO D.....	95

## ÍNDICE DE CUADROS Y/O TABLAS

	Página.
Tabla I-1. Consumo de vino nivel mundial.....	3
Tabla I-2. Principales exportadores de vino.....	4
Tabla I-3. Principales importadores de vino (Países con importaciones de vinos superiores a los 2 Mill. Hl en 2020).....	5
Tabla I-4. Producción de vino por bodega (Tarija).....	6
Tabla I-5. Evolución de participación por ventas de las empresas productoras de vino, en porcentaje periodo: enero 2012 – junio 2016.....	7
Tabla I-6. Evolución de la cuota de mercado según volumen de ventas (litros) por departamentos Periodo: enero 2012 – junio 2016.....	8
Tabla. I-7 Exportación De Vinos, Según País De Destino .....	9
Tabla I-8 Importación de vinos, según país de origen .....	9
Tabla I-9. Variedades de uva .....	11
Tabla I-10. Variedad de uva en la producción de vino en los valles de Tarija: 2013 (volumen en quintal) .....	12
Tabla I-11 Censo de bodegas y destilerías en los valles de Tarija y Cinti, 2013.....	13
Tabla II-1. Requisitos Físico – Químicos de los Vinos .....	20
Tabla II-2. Propiedades físicas del orujo de uva. ....	23
Tabla III-1. Parámetros y métodos fisicoquímicos del orujo de uva .....	35
Tabla III-2. Parámetros y métodos fisicoquímicos de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	36
Tabla III-3. Materiales, equipos, insumos y reactivos .....	37
Tabla III-4. Ventajas y desventajas del proceso de fermentación alcohólica. ....	38

Tabla III-5. Corrección de los °Brix .....	43
Tabla III-6. Corrección de la acidez total.....	44
Tabla III-7. Peso del material solido filtrado y trasiegos .....	49
Tabla III-8. Niveles de las variables para la fermentación alcohólica .....	51
Tabla III-9. Codificación de las variables .....	51
Tabla III-10. Matriz de diseño .....	52
Tabla IV-1. Análisis fisicoquímico del orujo de uva .....	60
Tabla IV-2. Caracterización de los mostos iniciales .....	60
Tabla IV-3. Resultados de los mostos corregidos.....	61
Tabla IV-4. Control del pH durante la fermentación alcohólica.....	62
Tabla IV-5. Control de la temperatura durante la fermentación alcohólica.....	63
Tabla IV-6. Control de los grados °Brix durante la fermentación alcohólica .....	65
Tabla VI-7. Análisis fisicoquímico de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	66
Tabla IV-8. Resultados del análisis sensorial: Color .....	68
Tabla IV-9. Análisis de varianza para el atributo color de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	68
Tabla VI-10. Resultados del análisis sensorial: aroma .....	69
Tabla IV-11. Análisis de varianza para el atributo aroma de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	69
Tabla VI-12. Resultados del análisis sensorial: Sabor .....	70
Tabla IV-13. Análisis de varianza para el atributo sabor de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	70
Tabla IV-14. Valores para el cálculo del análisis de la varianza .....	73

Tabla VI-15. Diseño factorial variable respuesta (ANOVA).....	73
Tabla VI-16. Resumen del modelo variable respuesta.....	74
Tabla IV-17. Costos de materia prima, insumos y reactivos .....	76
Tabla IV-18. Costos de materiales .....	77
Tabla IV-19. Costos de análisis en el CEANID.....	77
Tabla IV-20. Costos de material de apoyo.....	78
Tabla IV-21. Costos totales del estudio .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura I-1. Principales exportadores de vino .....	4
Figura I-2. Exportación e importación de vinos.....	10
Figura I-3. Superficie plantada (ha) y cantidad cosechada (qq) de uvas por departamentos .....	11
Figura II-1. Diagrama de flujo para la elaboración de vino blanco .....	18
Figura II-2. Diagrama de flujo para la elaboración de vino tinto.....	19
Figura II-3. Escobajo, hollejo y semilla .....	22
Figura II-4. Diagrama de bloques del proceso de producción de vino .....	33
Figura III-1. Diagrama de bloques proceso de producción de la bebida alcohólica tipo vino a partir del orujo de uva .....	40
Figura III-2: Balance de materia en la etapa del baño de inmersión.....	53
Figura III-3: Balance de materia en la etapa de corrección del mosto .....	54
Figura III-4: Balance de materia en la etapa de descube .....	55

Figura III-5: Balance de materia en la etapa de trasiego 1.....	56
Figura III-6: Balance de materia en la etapa de clarificación y trasiego 2.....	57
Figura III-7: Balance de materia en la etapa de filtración o trasiego 3 .....	58
Figura III-8: Balance de materia en la etapa de envasado .....	58
Figura IV-1. Control del pH durante la fermentación alcohólica .....	62
Figura IV-2. Control de la temperatura durante la fermentación alcohólica .....	64
Figura IV-3. Grafica de control °Brix vs tiempo.....	65
Figura IV-4. Estadístico de caja y bigote para los atributos color aroma y sabor .....	71
Figura IV-5. Diagrama de pareto de efectos estandarizados.....	74
Figura IV-6. Grafica de efectos estandarizados de las variables .....	75



## ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página.
Imagen III-1. Bodega Cañon Escondido .....	34
Imagen III-2. Recepción de orujo de uva.....	41
Imagen III-3. Pesado del orujo de uva .....	41
Imagen III-4. Dilución del mosto.....	42
Imagen III-5. Pesado y adición de azúcar para la corrección de los °Brix.....	43
Imagen III-6. Valoración ácido base para determinar la acidez total del mosto.....	44
Imagen III-7. Activación e inoculación de la levadura al mosto .....	45
Imagen III-8. Dilución de los insumos para acondicionar al mosto .....	46
Imagen III-9. Fermentación alcohólica.....	47
Imagen III-10. Trasiago de la bebida alcohólica tipo vino .....	47
Imagen III-11. Sedimentos del trasiago .....	48
Imagen III-12. Tratamiento de frio .....	49
Imagen III-13. Envasado.....	50
Imagen IV-1. Medición del pH.....	61
Imagen IV-2. Medición de los grados °Brix .....	64

## NOMENCLATURA Y UNIDADES

<b>Az</b>	<b>Azúcar</b>
<b>AT</b>	<b>Acidez total</b>
<b>A</b>	<b>Área</b>
<b>Bs</b>	<b>Bolivianos</b>
<b>°Brix</b>	<b>Grado Brix</b>
<b>Baumé</b>	<b>Grado Baumé</b>
<b>cal</b>	<b>Calorías</b>
<b>°C</b>	<b>Grados centígrado</b>
<b>cc</b>	<b>Centímetros cúbicos</b>
<b>cp</b>	<b>Capacidad calorífica</b>
<b>D</b>	<b>Diámetro</b>
<b><math>\rho_{\text{vino}}</math></b>	<b>Densidad del vino</b>
<b><math>\rho_{\text{mezcla}}</math></b>	<b>Densidad de mezcla</b>
<b><math>\rho_{\text{mosto}}</math></b>	<b>Densidad del mosto</b>
<b>g</b>	<b>Gramo</b>
<b>°GL</b>	<b>Grado Gay Lussac</b>
<b>Ha</b>	<b>Hectárea</b>
<b>HL</b>	<b>Hectólitro</b>
<b>h</b>	<b>Hora</b>
<b>in</b>	<b>Pulgada</b>
<b>in<sup>2</sup></b>	<b>Pulgada cuadrada</b>

<b>kg</b>	<b>Kilogramo</b>
<b>Kcal</b>	<b>Kilocalorías</b>
<b>Kw</b>	<b>Kilovatio</b>
<b>l</b>	<b>Litro</b>
<b>L</b>	<b>Longitud</b>
<b>lb</b>	<b>Libra</b>
<b>mg</b>	<b>Miligramo</b>
<b>ml</b>	<b>Mililitro</b>
<b>mm</b>	<b>Milímetro</b>
<b>m</b>	<b>Metro</b>
<b>Mol</b>	<b>Molécula</b>
<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Metros cuadrados</b>
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Metros cúbicos</b>
<b>msnm</b>	<b>Metros sobre el nivel del mar</b>
<b>pH</b>	<b>Concentración de iones hidronio</b>
<b>SST</b>	<b>Sólidos solubles totales</b>
<b>TM</b>	<b>Tonelada métrica</b>
<b>v</b>	<b>Velocidad</b>
<b>V</b>	<b>Volumen</b>
<b>Watt</b>	<b>vatio</b>
<b>%</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>μ</b>	<b>Viscosidad</b>

## GLOSARIO

**Acidez total:** Es la suma de todos los efectos de los ácidos presentes en el vino, y se refiere especialmente a las características gustativas del mismo.

**Bazuqueo:** Remover, agitar un líquido dentro de un recipiente.

**Enzimas:** Las enzimas son proteínas complejas que producen un cambio químico específico en todas las partes del cuerpo.

**Fermentación:** La fermentación es un proceso catabólico que transforma las moléculas mediante una oxidación incompleta, dando como resultado un compuesto orgánico y la generación de energía química. Dicho proceso tiene lugar en un ambiente anaeróbico, lo que quiere decir que se realiza en total ausencia de oxígeno.

**Maloláctica:** La fermentación malo láctica, una especie de segunda fermentación, se busca en la mayoría de los vinos tintos, pero también en muchos blancos, especialmente en el caso del Chardonnay. Lo que hace es reducir la sensación ácida del vino y hacerla más suave, cremosa y redonda. Este proceso puede ocurrir naturalmente.

**Grados Brix:** El Brix es una medida de la cantidad de sólidos disueltos que hay en un líquido, que se obtiene a través de la gravedad específica y se usa sobre todo para medir la azúcar disuelta. Un grado Brix es un gramo de sacarosa en 100 gramos de solución.

**Levadura:** Se llama levadura o fermento a un conjunto diverso de hongos, por lo general microscópicos y unicelulares, capaces de iniciar los procesos de descomposición (fermentación) de distintas sustancias orgánicas, particularmente los azúcares y los carbohidratos, y obtener como subproducto otras sustancias específicas (como alcoholes).

**Orujo:** El orujo, es el residuo sólido obtenido tras la extracción del zumo de uva y el principal subproducto del proceso de elaboración del vino.