

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**ELABORACIÓN EXPERIMENTAL DE VINO A PARTIR DE LA
UVA MOSCATEL DE ALEJANDRÍA MEDIANTE EL
DESCUBADO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO**

Por:

PEDRO IRENEO FIGUEROA MIRANDA

Modalidad de graduación (Proyecto de Grado: 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 2019

Tarija-Bolivia

V°B°

Ing. Juan Pablo Herbas Barrancos
PROFESOR GUÍA

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Pastor Gutiérrez Barea

Ing. Franco Sánchez Bejarano

Ing. Fabricio Campero Verdúm

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 (la) autor (a).

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres: Ismael Figueroa Romero y Felipa Miranda Ortiz, a mi familia: y por el apoyo incondicional que ha sido esencial para la formación de mis estudios que, ellos recibieron poca recompensa por todo lo que hicieron. Confío en poder hacer más.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por ser mi fortaleza, quien guía y orienta mis acciones de forma ponderable.

A mis padres y familia por el apoyo íntegro e incondicional en la realización del presente proyecto.

A mis catedráticos por las enseñanzas impartidas, las cuales han sido la base para la ejecución de esta tarea.

A mis hermanos, compañeros y amigos que siempre me alentaron y han contribuido de una u otra manera a la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO:

El sabio no dice NUNCA todo lo que piensa, pero SIEMPRE piensa todo lo que dice. **Aristóteles**

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Pensamiento.....	iv
Resumen.....	v

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Generalidades.....	1
1.1.2 Contexto internacional.....	1
1.1.3 Contexto nacional y regional.....	3
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivo Específicos.....	5
1.3 Justificación del proyecto de grado.....	6
1.3.1 Justificación tecnológica.....	6
1.3.2 Justificación económica.....	6
1.3.3 Justificación social	6
1.3.4 Justificación ambiental	7

1.3.5 Justificación personal.....	7
-----------------------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El vino.....	8
2.1.1 Tipos de vinos	8
2.1.1.1 Vinos tradicionales	8
2.1.1.2 Vinos con gas carbónico.....	10
2.1.1.3 Vinos especiales.....	11
2.1.1.4 Según la cantidad de tipos de uvas	12
2.1.1.5 Según su origen.....	12
2.1.1.6 Otras clasificaciones	13
2.1.2 Características de los vinos	13
2.1.2.1 Características organolépticas de los vinos	13
2.1.2.2 Características fisicoquímicas del vino	14
2.1.2.3 Parámetros de calidad del vino	15
2.2 Descripción del proceso de elaboración del vino.....	18
2.2.1 La vendimia.....	20
2.2.2 Transporte.....	20
2.2.3 Recepción	20
2.2.4 Obtención del mosto	20
2.2.4.1 Despalillado.....	20

2.2.4.2 Estrujado.....	20
2.2.4.3 Escurrido	21
2.2.4.4 Prensado	21
2.2.4.5 Sulfitado	21
2.2.5 Fermentación alcohólica.....	23
2.2.6 Tratamiento y conservación del vino.....	23
2.2.7 Trasiego y clarificación	24
2.2.8 Filtración.....	25
2.2.9 Estacionamiento y crianza.....	26
2.2.10 Embotellado	26
2.3 Caracterización de la uva.....	26
2.3.1 La vid.....	26
2.3.1.1 Clasificación científica	27
2.3.1.2 La uva	27
2.3.1.3 Morfología de la uva.....	28
2.3.1.4 Estructura de la uva.....	29
2.3.1.5 Composición química de la uva.....	31
2.3.1.6 Pectinas, gomas y mucílagos.....	33
2.3.1.7 Materia colorante	33
2.3.1.8 Compuestos aromáticos.....	35
2.3.1.9 Sustancias nitrogenadas.....	35
2.3.1.10 Enzimas	35
2.3.1.11 Minerales.....	36

2.4 Parámetros óptimos de la calidad de la uva.....	36
2.4.1 Determinaciones de la sanidad de la Uva.....	37
2.4.2 Peso de la baya	37
2.4.3 Concentración de los azúcares	38
2.4.4 Concentración de ácidos.....	38
2.5 Características fisicoquímicas	38

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Caracterización de la materia prima.....	40
3.1.1 Características físicas.....	40
3.1.2 Propiedades fisicoquímicas	41
3.1.2.1 Grados Brix	41
3.1.2.2 Termómetro.....	42
3.1.2.3 PH	43
3.1.2.4 Grados Baume.....	43
3.1.2.5 Acidez total	44
3.2 Descripción del método de investigación.....	44
3.3 Diseño experimental	46
3.3.1 Variable respuesta.....	46
3.3.2 Diseño factorial	47
3.4 Materiales y equipos a utilizar.....	49

3.5 Proceso productivo.....	50
3.5.1 Recepción de la materia prima.....	54
3.5.2 Pesado.....	55
3.5.3 Separación del raspón y obtención del mosto	56
3.5.4 Prensado y desfogado	57
3.5.5 Proceso fermentativo	58
3.5.6 Desborre y estabilización por frío	62
3.5.7 Clarificación con bentonita.....	63
3.5.8 Filtración.....	63
3.6 Evaluación de las pruebas organolépticas	64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Interpretación y análisis de los resultados obtenidos	70
4.1.1 Análisis fisicoquímico y comparación de calidad con las normas actuales del país	70
4.1.2 Cinética experimental del proceso fermentativo.....	73
4.1.3 Evaluación sensorial o cata	80
4.1.4 Análisis de las variables respuestas	86
4.1.4.1 Parámetros fisicoquímicas tomadas en cuenta para la variable respuesta.....	87
4.1.4.2 Propiedades fisicoquímicas tomadas en cuenta	89
4.1.4.3 Parámetros organolépticos para la variable respuesta	90
4.1.4.4 Propiedades organolépticas para la variable respuesta	91

4.1.5 Resultados de las variables respuestas.....	92
4.2 Balance de materia y energía en el proceso.....	98
4.2.1 Balance de materia.....	98
4.2.2 Balance de energía de la elaboración del vino blanco	110
4.3 Costos de la investigación	113
4.3.1 Costos por Análisis	113
4.3.2 Costos de material bibliográfico y de escritorio.....	114
4.3.3 Costos de consultoría y Personal calificado	114
4.3.4 Costos de material utilizado para la elaboración de mi producto	115
4.3.5 Costo total de investigación del proyecto.....	116

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	117
5.2 Recomendaciones	118

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía	119
--------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla I-1. Variedades de vid para elaborar vinos	1
Tabla I-2. Producción nacional vinífera.....	4
Tabla I-3. Cultivo de vid a nivel nacional de uva por sectores (Has).	4
Tabla I-4. Variedad de uva en la producción de vino en los Valles de Tarija	5
Tabla II-1. Contenido de azúcar.....	11
Tabla II-2. Características fisicoquímicas del vino.....	15
Tabla II-3. Requisitos fisicoquímicas	18
Tabla II-4. Composición mineral del grano de uva en mg/g ceniza	36
Tabla II-5. Composición del racimo en % de peso fresco	39
Tabla III-1. Propiedades físicas.....	41
Tabla III-2. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	44
Tabla III-3. Factores de diseño en estudio.....	46
Tabla III-4. Diseño factorial con datos supuestos.....	48
Tabla III-5. Representa el número de experimentos a realizar, el tiempo aplicado para el Descube y las diferentes temperaturas de operación.....	49
Tabla III-6. Materiales y equipos de laboratorio	49
Tabla III-7. Cantidad de materia	55
Tabla III-8. Propiedades fisicoquímicas	57
Tabla III-9. Descubado a ti de M1 y M2 (13.6 Baumé) a 16 °C y 20 °C	59
Tabla III-10. Descubado a tm de M3 y M4 (6.8 Baumé) a 16 °C y 20 °C.	60
Tabla III-11. Descubado a tf de M5 y M6 a 16 °C y 20 °C.....	61
Tabla IV-1. Resultados fisicoquímicos de la materia prima.....	70

Tabla IV-2. Resultados fisicoquímicos del producto final M1	70
Tabla IV-3. Resultados fisicoquímicos del producto final M2	71
Tabla IV-4. Resultados fisicoquímicos del producto final M3	71
Tabla IV-5. Resultados fisicoquímicos del producto final M4	72
Tabla IV-6. Parámetros fisicoquímicos del producto final M5.....	72
Tabla IV-7. Resultados fisicoquímicos del producto final M6.....	73
Tabla IV-8. Evaluación de los catadores.....	81
Tabla IV-9. Parámetro Estadístico de M1	82
Tabla IV-10. Límite superior e inferior.....	83
Tabla IV-11. Valores para modificación.....	84
Tabla IV-12. Resultados corregidos y modificados.....	84
Tabla IV-13. Resultados finales corregidos de todas las muestras de cata.....	85
Tabla IV-14. Variables respuestas de los vinos elaborados.....	86
Tabla IV-15. Ponderación de los análisis fisicoquímicos	87
Tabla IV-16. Ponderación de los análisis fisicoquímicos M1.....	88
Tabla IV-17. Ponderación total de los análisis fisicoquímicos	88
Tabla IV-18. Valoración a los parámetros organolépticos.....	90
Tabla IV-19. Ponderación de las propiedades organolépticas de M1	90
Tabla IV-20. Ponderación total de las propiedades organolépticas	91
Tabla IV-21. Resultados de las variables respuestas (fisicoquímicas organolépticas).....	93
Tabla IV-22. Análisis de la varianza para los datos experimentales fisicoquímicas, organolépticas	94
Tabla IV-23. ANOVA ^B para organolépticas, fisicoquímicas	95
Tabla IV-24. NOVA ^b coeficiente de modelo de regresión lineal	95

Tabla IV-25. Variables respuestas promediadas de las muestras y réplicas	96
Tabla IV-26. Componentes de la uva moscatel	98
Tabla IV-27. Costos de Análisis de Laboratorio.....	114
Tabla IV-28. Costos de material bibliográfico y de escritorio	114
Tabla IV-29. Costos de consultoría y Personal calificado	115
Tabla IV-30. Material utilizado.....	115
Tabla IV-31. Costos Total del Estudio.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1-1. Consumo mundial de vino.....	2
Figura 1-2. Producción nacional vinífera.....	3
Figura 2-1. Diagrama de Bloques de la elaboracion del vino	19
Figura 2-2. Morfología de un grano de uva	28
Figura 2-3. Estructura de la uva	30
Figura 2-4. Descripción gráfica del grano de uva.....	30
Figura 2-5. Molécula de sacarosa.....	32
Figura 3-1. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del Vino blanco	50
Figura 3-2. Diagrama de bloques del vino blanco descubado en (ti).....	51
Figura 3-3. Diagrama de bloques del vino blanco descubado en (tm).....	52
Figura 3-4. Diagrama de bloques del vino blanco descubado en (tf).....	53
Figura 4-1. Consumo del sustrato en función del tiempo	74
Figura 4-2. Consumo del sustrato en función del tiempo	75

Figura 4-3. Consumo del sustrato en función del tiempo	76
Figura 4-4. Consumo del sustrato en función del tiempo	76
Figura 4-5. Consumo del sustrato en función del tiempo	77
Figura 4-6. Consumo del sustrato en función del tiempo	78
Figura 4-7. Comparación gráfica de la velocidad de consumo sustrato de las 6 muestras.....	79
Figura 4-8. Variación del puntaje de cata respecto al promedio.....	82
Figura 4-9. Limite tolerable de aceptación para el puntaje de cata.....	83
Figura 4-10. Valores experimentales y modelo calculado	96
Figura 4-11. Valores experimentales y modelo calculado del promedio de las muestras y réplicas	97

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Páginas
Fotografía 3-1. Vendimia.....	40
Fotografía 3-2. Refractómetro.....	42
Fotografía 3-3. Midiendo la temperatura	42
Fotografía 3-4. Medición del pH.....	43
Fotografía 3-5. Medición de los grados Baume	43
Fotografía 3-6. Medición de la acidez.....	44
Fotografía 3-7. Recolección de materia prima.....	54
Fotografía 3-8. Pesado	55
Fotografía 3-9. Molienda y separación del raspón o escobajo.....	56
Fotografía 3- 10. Mosto de uva obtenido	56

Fotografía 3-11. Prensado	57
Fotografía 3-12. Tachos fermentativos	58
Fotografía 3-13. Separación de orujo.....	60
Fotografía 3-14. Descubado a tm	61
Fotografía 3-15. Descubado al final del proceso de fermentación.....	62
Fotografía 3-16. Estabilización por frío	62
Fotografía 3-17. Filtrado del vino	63
Fotografía 4-1. Materia prima	98

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro III-1. Cata 1	64
Cuadro III-2. Cata 2	64
Cuadro III-3. Cata 3	65
Cuadro III-4. Cata 4	65
Cuadro III-5. Cata 5	65
Cuadro III-6. Cata6	66
Cuadro III-7. Cata 7	66
Cuadro III-8. Cata 8	66
Cuadro III-9. Cata 9	67
Cuadro III-10. Cata 10	67
Cuadro III-11. Cata 11	67
Cuadro III-12. Cata 12	68

Cuadro III-13. Cata 13	68
Cuadro III-14. Cata 14	68
Cuadro III-15. Cata 15	69
Cuadro IV-1. Resumen del balance de materia.....	109
Cuadro IV-2. Resumen del balance de energía.....	113

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.....	
ANEXO II.....	
ANEXO III.....	
ANEXO IV.....	

GLOSARIO

NOMENCLATURA EMPLEADA

SENC	Sociedad Española de Nutrición Comunitaria
VINETUR	la revista digital del vino
INE	Instituto nacional de estadística
IBNORCA	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
ANIV	Asociación nacional de industriales vitivinícolas
CENAVIT	centro nacional de vitivinícola Tarija
CEVITA	Centro vitivinícola Tarija
FAUTAPO	Es una institución sin fines de lucro que trabaja para contribuir al empoderamiento social y económico
LOU	laboratorio de operaciones unitarias
RASPÓN	Es la estructura vegetal del racimo de uva que sirve de soporte de las bayas que representa el 3% a 6% del peso total
ORUJO	Es el residuo de los racimos de uva prensado orujos fermentados o sin fermentar que representa 15% a 20% del peso total
HOLLEJO	Es la piel de la uva que tiene una importancia que representa el 7% a 12% del peso total
SEMILLAS	Son las pepitas que representa 0% a 6%
PINCEL	Es el canal por el que se nutre la baya, formado por la prolongación de los vasos conductores

NOMENCLATURA EMPLEADA

g	Gramo
l	Litro
(%v/v)	(Volumen de soluto/volumen solución) x100
ml	mililitro
mg	miligramo
T	Temperatura (K)
°Brix	porcentaje de sólidos que están disueltos en una disolución
°Be	Unidad que se utiliza para medir la riqueza de azúcar de un mosto en función de su densidad
pH	Coficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa
ρ	Densidad
ti	Tiempo de descube al inicio del proceso
tm	Tiempo de descube a mitad de del proceso de fermentación aproximadamente a los 6.8°Baume
tf	Tiempo de descubado al final del proceso fermentativo.
K	son los factores del proceso
n	número de niveles del proceso
M	Muestra
CEVITA	Centro vitivinícola Tarija
Kg	Kilogramo
%	Porcentaje
Cp	Capacidad calorífica a presión constante

ΔT	diferencia cambio de temperatura
Q	Calor
KJ	Kilo Joule
Mol	Unidad molar
ΔH_f	Variación de la entalpia de formación
ΔH_r	Variación de la entalpia de reacción
Cal	Calorías
Ti	Temperatura inicial
Tf	temperatura final
m	masa