

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“CONTROL DE CALIDAD DE METANOL EN SINGANI ARTESANAL DEL
VALLE DE LA CONCEPCIÓN, CALAMUCHITA Y SAN ISIDRO”**

Por:

ZULMA AILIN AGUIRRE FLORES

Trabajo final de grado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado de licenciada de ingeniería en Alimentos.

TARIJA-BOLIVIA

2025

.....
M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Ing. Fernando Cortez Michel

VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DIRECTOR
CARRERA INGENIERÍA DE
ALIMENTOS

.....
M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez

TRIBUNAL

.....
Ing. Weimar Torrejón Aguirre

TRIBUNAL

.....
Ing. María Estela Mancilla Orosco

TRIBUNAL

El Tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a Dios, fuente de vida y sabiduría, por ser mi guía, mi fortaleza en cada paso, y por el don de la salud que me permitió culminar este camino.

A ti, papá, por ser mi primer maestro, mi apoyo incondicional y mi ejemplo a seguir. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba, por tu paciencia infinita, tus consejos sabios y tu amor sin límites. Este logro es también tuyo, porque sin tu guía y tu fe en mí, nada de esto habría sido posible.

A mi Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez le agradezco profundamente por su dedicación, consejos y motivación, que fueron clave para superar los momentos más desafiantes. Su apoyo incondicional y su firme creencia en mí marcaron la diferencia. Atesoro sus enseñanzas y llevaré su ejemplo como inspiración en mi camino profesional y personal. ¡Gracias por todo!

A la versión de mí que nunca dejó de creer, incluso cuando el camino parecía imposible. Esta dedicatoria es para recordarte que valió la pena cada caída, cada duda, cada lágrima. Porque hoy sigo aquí, más fuerte y más entera, gracias a ti.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Teodoro Aguirre y Ceferina Flores, les agradezco profundamente por su amor incondicional y su apoyo constante. Su fe en mí ha sido el motor que me permitió completar este camino para convertirme en profesional.

En este camino lleno de desafíos y aprendizajes, no puedo dejar de expresar mi profundo agradecimiento a las personas que han sido mi soporte incondicional. En especial, a mis hermanas Yeni Aguirre, Elizabeth Aguirre y Sofia Aguirre, por sus palabras de aliento, apoyo y cariño, gracias.

A mis estimados docentes y miembros del tribunal, cuyo saber, dedicación y guía han iluminado cada paso de mi formación académica. Mi más sincero reconocimiento por su invaluable aporte en este camino de aprendizaje y crecimiento.

De manera especial agradezco a mi asesor M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz, por su importante orientación, apoyo y guía en el desarrollo del presente trabajo de investigación, así como por sus conocimientos y disposición durante todo este proceso.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo general.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Planteamiento del problema	4
1.5	Formulación del problema	4
1.6	Campo de acción	4
1.7	Objeto de estudio	5
1.8	Hipótesis	5

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del metanol	6
2.2	Definición de metanol.....	6
2.3	Propiedades fisicoquímicas del metanol	6
2.4	Aplicaciones del metanol	7
2.4.1	Anticongelante	8
2.4.2	Solvente	8
2.4.3	Combustible	8

2.4.4	Tratamiento de aguas residuales	9
2.5	Daños del metanol en la salud	9
2.6	Definición del singani “variedad Moscatel de Alejandría”	11
2.7	Denominación de origen del singani	11
2.8	Caracterización de los parametros fisicoquímicos del singani	12
2.8.1	Alcohol metílico	12
2.8.2	Acidez total	13
2.8.3	Grado alcohólico	13
2.9	¿Cómo se genera el metanol en Singani?	13
2.9.1	Factores que influyen en la elaboración.	13
2.9.2	Cómo prevenir intoxicación por metanol	13
2.10	Características organolépticas del singani	14
2.11	Química analítica cuantitativa	15
2.12	Métodos de análisis para determinar metanol	15
2.12.1.	Cromatografía	16
2.12.2.	Espectrofotometría UV-visible	17
2.12.2.1	Absorbancia y Transmitancia	17
2.12.2.1	Ley de Lambert-Beer	18

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental	20
-----	---	----

3.2	Tipo de intervención experimental	20
3.3	Paradigma de investigación	20
3.3.1	Paradigma positivista	21
3.4	Enfoque de la investigación	21
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	21
3.5.1	Análisis fisicoquímico del singani artesanal	22
3.6	Instrumentos, materiales y reactivos de laboratorio.....	23
3.6.1	Espectrofotómetro UV / VIS	23
3.6.2	Instrumentos de laboratorio	23
3.6.3	Material de laboratorio	24
3.6.4	Reactivos de laboratorio	25
3.7	Procedimiento experimental para determinar los parámetros fisicoquímicos en singanis artesanales	25
3.7.1	Procedimiento experimental para la determinación de grado alcohólico en el singani	25
3.7.2	Procedimiento experimental para la determinación de metanol en el singani	26
3.7.3	Procedimiento experimental para la determinación de acidez total en el Singani	27
3.7.4	Procedimiento experimental para la determinación de pH en el singani	28
3.8	Diseño experimental	29
3.8.1	Diseño por bloques completamente al azar (DBCA)	30
3.8.1.1	Diseño experimental por bloques completamente al azar para el	

factor contenido de metanol en el singani artesanal.....	30
3.8.1.2 Diseño experimental por bloques completamente al azar para grado alcohólico en el singani	31
3.9 Operacionalización de las variables fisicoquímicos para el singani artesanal	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Ubicación geográfica de la Ruta del vino y singani	34
4.1.1 Localización de la toma de muestras de singani artesanal.....	35
4.2 Caracterización de las variables de control de calidad en singani artesanal	36
4.2.1 Desarrollo metodológico para el control de calidad en singani artesanal.....	36
4.3 Caracterización de las muestras de singani artesanal para el lote N°1.....	38
4.3.1 Control de calidad del contenido de metanol en singani artesanal para lote N°1	39
4.3.2 Figura de control para el contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°1	41
4.3.3 Control de calidad de grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°1.....	43
4.3.4 Figura de control para el grado alcohólico en singani artesanal del lote N°1.....	44
4.3.5 Control de calidad de pH en singani artesanal para el lote N°1	45

4.3.6	Figura de control de pH en singani artesanal para el lote N°1.....	47
4.3.7	Control de calidad de acidez total en singani artesanal del lote N°1.....	48
4.3.8	Figura de control de acidez total en singani artesanal del lote N°1.....	49
4.4	Caracterización de las muestras de singani artesanal para el lote N°2.....	50
4.4.1	Control de calidad del contenido de metanol en singani artesanal para lote N°2.....	51
4.4.2	Figura de control para el contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°	53
4.4.3	Control de calidad del grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°2	55
4.4.4	Figura de control para el grado alcohólico en singani artesanal del lote N°2	56
4.4.5	Control de calidad de pH en singani artesanal para el lote N°2	58
4.4.6	Figura de control de pH en singani artesanal del lote N°2.	59
4.4.7	Control de calidad de acidez total en singani artesanal del lote N°2	60
4.4.8	Figura de control de acidez total en singani artesanal del lote N°2.....	62
4.5	Matriz de la variable del contenido de metanol del diseño DBCA en singani artesanal.....	63
4.6	Análisis de varianza para la variable respuesta contenido de metanol en muestras de singani artesanal	64
4.7	Matriz de la variable del grado alcohólico del diseño DBCA en singani artesanal	65
4.8	Análisis de varianza para la variable respuesta del grado alcohólico en muestras de singani artesanal	66

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	2.1	Propiedades	fisicoquímicas	del	
metanol.....¡Error! Marcador no definido.					
Tabla	2.2	Requisitos	organolépticas	del	
singani.....¡Error! Marcador no definido.					
Tabla	3.1	Análisis	fisicoquímicos	del	singani
artesanal.....¡Error! Marcador no definido.					
Tabla	3.2		Materiales	de	
laboratorio.....¡Error! Marcador no definido.					
Tabla	3.3		Reactivos	de	
laboratorio.....¡Error! Marcador no definido.					
Tabla	3.4	Matriz experimental del factor contenido de metanol en el			singani.....¡E
rror! Marcador no definido.					
Tabla	3.5	Matriz experimental del factor grado alcohólico en el			singani.....¡Error! Marcador no definido.
Tabla	4.1	Contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°1.....¡Error! Marcador no definido.			
Tabla	4.2	Grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°1.....¡Error! Marcador no definido.			
Tabla	4.3	Resultados de pH en singani artesanal para el lote N°1.....¡Error! Marcador no definido.			
Tabla	4.4	Resultados de acidez total en singani artesanal para el lote N°1.....¡Er			
ror! Marcador no definido.					

Tabla 4.5 Contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°2.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.6 Grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°2.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.7 Resultados de pH en singani artesanal para el lote N°2.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.8 Resultados de acidez total en singani artesanal para el lote N°2.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.9 Matriz de resultados de contenido de metanol.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.10 Análisis de varianza de la variable respuesta contenido de metanol**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.11 Matriz de resultados de grado alcohólico**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4.12 Análisis de varianza de la variable respuesta grado alcohólico.....**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Aplicaciones del metanol	7
Figura 2.2 Síntomas de intoxicación por metanol	10
Figura 2.3 Parámetros fisicoquímicos del singani	12
Figura 2.4 Métodos analíticos cuantitativos	15

Figura 2.5 Métodos para determinar metanol en el singani.....	16
Figura 2.6 Proceso espectrofotométrico	17
Figura 3.1 Especificación técnica espectrofotómetro UV / VIS.....	23
Figura 3.2 Especificaciones técnicas de instrumentos de laboratorio	24
Figura 3.3 Procedimiento experimental para determinar el grado alcohólico.....	26
Figura 3.4 Procedimiento experimental para determinar metanol	27
Figura 3.5 Procedimiento experimental para determinar acidez total	28
Figura 3.6 Procedimiento experimental para determinar pH	29
Figura 4.1 Ubicación geográfica de la ruta del vino y singani 1 y ruta del vino y singani 2	34
Figura 4.2 Localización de la toma de muestras.....	35
Figura 4.3 Desarrollo metodológico para el control de calidad de singani artesanal.....	37
Figura 4.4 Caracterización de las muestras de singani artesanal lote N°1.....	39
Figura 4.5 Contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°1	41
Figura 4.6 Control de metanol en singani artesanal para el lote N°1.....	42
Figura 4.7 Grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°1.....	44
Figura 4.8 Control de grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°1.....	45
Figura 4.9 pH en singani artesanal para el lote N°1.....	46
Figura 4.10 Control de pH en singani artesanal para el lote N°1.....	47
Figura 4.11 Acidez total en singani artesanal para el lote N°1.....	49
Figura 4.12 Control de acidez total en singani artesanal para el lote N°1	50

Figura 4.13 Caracterización de las muestras de singani artesanal del lote N°2.....	51
Figura 4.14 Contenido de metanol en singani artesanal para el lote N°2.....	53
Figura 4.15 Control de metanol en singani artesanal para el lote N°2	54
Figura 4.16 Grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°2.....	56
Figura 4.17 Control de grado alcohólico en singani artesanal para el lote N°2	57
Figura 4.18 pH en singani artesanal para el lote N°2	59
Figura 4.19 Control de pH en singani artesanal para el lote N°2.....	60
Figura 4.20 Acidez total en singani artesanal para el lote N°2.....	62
Figura 4.21 Control de acidez total en singani artesanal para el lote N°2.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Operacionalización de las variables fisicoquímicas para singani artesanal	33
Cuadro 4.1 Parametros fisicoquímicos del control de calidad del singani artesanal.....	38