

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**OBTENCIÓN DE SINGANI POR EL MÉTODO DE
BIDESTILACIÓN AL VACÍO**

POR:

ROCÍO JIMENA ZELAYA SALDAÑA

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación va dedicado principalmente:

A Dios

Por guiar mi camino y por darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida.

A mi madre

María Salomé Saldaña por ser el pilar más importante de mi vida, por su amor, trabajo y sacrificio incondicional en todos estos años, el gran amor y gratitud que siento por ella es inexplicable, gracias a ella he llegado a culminar un peldaño más de mi vida, es mi mayor motivación.

A mis hermanas (o)

Yaneth, Vladimir, Lorena y Gissel por su cariño, por el apoyo moral que me brindaron y a lo largo de esta etapa de mi vida.

Agradecimientos

Primeramente agradecer a Dios por acompañarme en todo el transcurso de mi vida, por ser el apoyo y la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi madre y hermanas (o) quienes son mi mayor motor y mi mayor inspiración en esta vida, gracias a su amor, paciencia, valores y principios inculcados en mí, ayudaron y ayudaran a trazar mi camino.

A mi pareja Sergio Gustavo Pérez por el apoyo moral, la paciencia, la fuerza y el amor que me brinda en todo momento, durante todos los años de mi formación académica.

A mi docente guía Ing. Valentín Trigo Dimitrov quien, con su experiencia y conocimientos me orientó durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis docentes; que, durante todos los años de formación académica, impartieron en mis conocimientos; en especial a mis tribunales: Ing. Natividad Condori, Ing. Erick Ramírez e Ing. Luis Zenteno que gracias a sus consejos y conocimientos fueron parte muy importante en la culminación de todo el trabajo.

A la universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a la facultad de Ciencias y Tecnología en especial a la carrera de Ingeniería de Alimentos a su plantel administrativo y docente, por haberme formado como persona y profesional al ser parte de esta institución.

De igual forma, a todos mis amigos y compañeros en especial a Evelin Baspineiro, Ana Torrez, Katherin Ramos, Jobita Méndez, Yaneth Huanca, Andrea Melean, Tania Vargas y Rodrigo Ricaldi9 por su amistad y su apoyo moral.

Pensamiento

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

ÍNDICE

Resumen

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificacion.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general	2
1.3.2	Objetivo especificos.....	2
1.4	Objetivo de studio.....	3
1.5	Campo de accion.....	3
1.6	Planteamiento del problema.....	4
1.7	Formulacion del problema.....	4
1.8	Formulacion de la hipòtesis.....	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Origen de singani.....	5
2.2	Definicion del singani.....	5
2.3	Clasificacion del singani.....	6
2.3.1	Descripcion de la clasificacion del singani.....	6
2.4	Propiedades fisicoquimicas de los destilados de vino base.....	7
2.4.1	Grado alcoholico.....	7
2.4.2	Metanol.....	8
2.4.3	Acidez total.....	8
2.4.4	Alcoholes superiores.....	8
2.4.5	Furfural.....	9
2.4.6	Esteres.....	9
2.5	Caracterizacion de la materia prima.....	9
2.5.1	Uva Moscatel de Alejandria	9

2.5.1.1	Origen de la uva Moscatel de Alejandría.....	10
2.5.1.2	Taxonomía de la uva moscatel de Alejandría.....	10
2.5.1.3	Descripción botánica de la uva Moscatel de Alejandría	10
2.5.1.4	Composición química de la uva Moscatel de Alejandría	11
2.5.1.5	Valor nutricional de la uva Moscatel de Alejandría.....	13
2.6	Caracterización de insumos utilizados en la obtención del singani...	14
2.6.1	Levadura de vinificación.....	15
2.6.2	Nutriente para la levadura.....	15
2.6.3	Azúcar.....	15
2.6.4	Agua Mía.....	16
2.7	Tipo de proceso tecnológico utilizado para la obtención de singani...	16
2.7.1	Proceso de fermentación.....	16
2.7.2.1	Fermentación alcohólica.....	17
2.7.3	Proceso de destilación.....	17
2.7.3.1	Tipo de destilación.....	17
2.7.4	Equipo de destilación rota vapor	18

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	19
3.2	Tipo de intervención experimental del trabajo de investigación.....	19
3.3	Estructura epistemológica-metodológica.....	19
3.3.1	Paradigma investigativo.....	19
3.3.2	Enfoque de la investigación.....	20
3.3.3	Enfoque cuantitativo.....	20
3.4	Método técnicas e instrumentos.....	20
3.4.1	Análisis físico de la uva Moscatel de Alejandría.....	20
3.4.2	Análisis físico-químico y microbiológico de la uva Moscatel de Alejandría.....	21

3.4.3	Análisis microbiológico del agua Mía.....	21
3.4.4	Análisis fisicoquímico del singani.....	22
3.4.5	Descripción de equipos, instrumentos, material de laboratorio y utensilios de cocina.....	23
3.4.5.1	Descripción de equipos.....	23
3.4.5.2	Descripción de instrumentos de laboratorio.....	24
3.4.5.3	Descripción de materiales de laboratorio.....	24
3.4.5.4	Utensilios de cocina.....	25
3.5	Insumos alimenticios y reactivos químicos.....	26
3.5.1	Insumos alimenticios.....	26
3.5.2	Reactivos químicos.....	26
3.6	Diagrama de flujo del proceso de obtención de singani.....	27
3.6.1	Descripción del proceso de obtención de singani.....	28
3.7	Evaluación sensorial de los alimentos.....	32
3.8	Diseño experimental.....	33
3.9	Diseño factorial 2 ³	33
3.9.1	Diseño experimental de fermentación en la obtención de singani.....	34
3.10	Operacionalización de variables para la obtención del singani.....	36

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	Caracterización de la uva Moscatel de Alejandría.....	37
4.1.1	Análisis físico de la uva Moscatel de Alejandría.....	38
4.1.2	Análisis fisicoquímico de la uva Moscatel de Alejandría.....	39
4.1.3	Análisis microbiológico de la uva Moscatel de Alejandría.....	39
4.2	Caracterización de las variables del proceso para la obtención de..... singani.....	40
4.2.1	Ensayos de muestras para la obtención de singani.....	40

4.2.2	Ensayo 1, variación de presión y temperatura del equipo rota vapor para la obtención de singani.....	41
4.2.3	Ensayo 2, variación de cantidad de levadura para la obtención de singani.....	41
4.2.4	Ensayo 3, variaciones de insumos y tiempo de fermentación, de pruebas preliminares en la obtención de singani.....	42
4.2.4.1	Estadísticos caja y bigote en la variación de insumos y tiempo de fermentación de las pruebas preliminares en la obtención de singani...	43
4.2.4.1.1	Cuadro estadístico de tukey para el atributo retrogusto de las pruebas preliminares de la obtención de singani.....	44
4.2.5	Ensayo 4, variaciones de insumos y tiempo de fermentación, de pruebas preliminares	44
4.2.5.1	Estadístico caja y bigote en la variación de insumos y tiempo de fermentación del ensayo 4 de la obtención de singani.....	45
4.2.6	Control de °Brix, pH, densidad relativa y °Baumé en el proceso de fermentación alcohólica en las pruebas preliminares	45
4.2.6.1	Control de °Brix en la fermentación alcohólica del singani.....	46
4.2.6.2	Control de pH en la fermentación alcohólica del singani.....	47
4.2.6.3	Control de densidad relativa en la fermentación alcohólica del singani.....	49
4.2.6.4	Control de °Baumé en la fermentación alcohólica del singani.....	50
4.2.7	Control de °Brix, pH, densidad relativa y °Baumé en el proceso de fermentación alcohólica para determinar la muestra ideal del singani	52
4.2.7.1	Control de °Brix en la fermentación alcohólica para determinar la muestra ideal del singani.....	52
4.2.7.2	Control de pH en la fermentación alcohólica para determinar la muestra ideal del singani.....	53
4.2.7.3	Control de densidad relativa en la fermentación alcohólica para determinar la muestra ideal del singani.....	55

4.2.7.4	Control de °Baumé en la fermentación alcohólica para determinar la muestra ideal del singani.....	56
4.3	Diseño experimental en el proceso de fermentación alcohólica en la obtención del singani.....	57
4.3.1	Variable respuesta del grado de alcohol del singani.....	57
4.3.2	Variable respues pH del singani.....	61
4.3.3	Variable respuesta acidez volátil del singani.....	64
4.3.4	Evaluación sensorial de las muestras del diseño experimental en la obtención de singani.....	68
4.3.4.1	Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales de la..... obtención de singani nivel bajo.....	68
4.3.4.2	Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales de la..... obtención de singani nivel alto.....	69
4.3.4.2.1	Estadístico Tukey para el atributo aroma de muestras experimentales nivel alto en la obtención de singani.....	70
4.3.4.3	Estadístico de caja y bigote para determinar la muestra final en la obtención de singani.....	71
4.4	Caracterización de la obtención de singani.....	72
4.4.1	Análisis microbiológico de agua Mía.....	72
4.4.2	Análisis fisicoquímicos del singani	73
4.5	Balance general para la obtención de singani por el método de..... bidestillación.....	74
4.5.1	Balance de materia en la etapa despalillado de la uva.....	75
4.5.2	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	77
4.5.3	Balance de materia en la etapa de fermentación alcohólica del mosto.....	79
4.5.4	Balance de materia en la etapa de descube.....	80
4.5.5	Balance de materia en la etapa de primer trasiego.....	82
4.5.6	Balance de materia en la etapa del segundo trasiego.....	83
4.5.7	Balance de materia en la etapa de primera destilación.....	84
4.5.8	Balance de materia en la etapa de segunda destilación.....	86

4.5.9	Balance de materia en la etapa de la disminución del grado..... alcohólico	88
4.6	Resumen general del balance de materia para la obtención de singani	90
4.7	Balance de energía para la obtención de singani por el método de..... bidestilación.....	91
4.7.1	Balance de energía en la etapa de pre-calentamiento del mosto.....	93
4.7.2	Balance de energía en la etapa de estrujado.....	96
4.7.3	Balance de energía en la etapa de refrigeración	97
4.7.4	Balance de energía en la etapa de primera destilación.....	98
4.7.5	Balance de energía en la etapa de segunda destilación.....	99

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	101
5.2	Recomendaciones.....	102

BIBLIOGRAFIA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Propiedades fisicoquímicas del singani.....	7
Tabla 2.2	Taxonomía de la uva Moscatel de Alejandría.....	10
Tabla 2.3	Cantidad nutricional de la uva Moscatel de Alejandría.....	14
Tabla 2.4	Cantidad de minerales contenido en una ración de uva Moscatel de... Alejandría.....	14
Tabla 3.1	Material de laboratorio.....	25
Tabla 3.2	Utensilios de cocina.....	25
Tabla 3.3	Descripción de insumos alimenticios.....	26
Tabla 3.4	Descripción de reactivos químicos.....	26
Tabla 3.5	Matriz experimental en el proceso de fermentación alcohólica.....	35

Tabla 3.6	Niveles de variación en el proceso de fermentación alcohólica.....	35
Tabla 3.8	Operacionalización de variables para la obtención de singani.....	36
Tabla 4.1	Parámetros físicos de la uva Moscatel de Alejandría.....	38
Tabla 4.2	Parámetros fisicoquímicos de la uva Moscatel de Alejandría.....	39
Tabla 4.3	Análisis microbiológico de la uva Moscatel de Alejandría.....	39
Tabla 4.4	Variación de presión y temperatura del baño maría del equipo rota vapor.....	41
Tabla 4.5	Variación de cantidad de levadura ensayo 2.....	41
Tabla 4.6	Variaciones de insumos y tiempo de fermentación ensayo 3.....	42
Tabla 4.7	Estadístico Tukey para el atributo retrogusto.....	44
Tabla 4.8	Variaciones de insumos y tiempo de fermentación ensayo 4.....	44
Tabla 4.9	Control de °Brix de la pruebas preliminares en la fermentación..... alcohólica.....	46
Tabla 4.10	Control de pH de las pruebas preliminares en la fermentación..... alcohólica.....	48
Tabla 4.11	Control de densidad relativa de las pruebas preliminares en la..... fermentación alcohólica.....	49
Tabla 4.12	Control de °Baumé de las pruebas preliminares en la fermentación alcohólica.....	51
Tabla 4.13	Control de °Brix en la fermentación alcohólica.....	52
Tabla 4.14	Control de pH en la fermentación alcohólica.....	54
Tabla 4.15	Control de densidad relativa en la fermentación alcohólica.....	55
Tabla 4.16	Control de °Baumé en la fermentación alcohólica.....	56
Tabla 4.17	Análisis de varianza de la variable respuesta grado alcohólico.....	58
Tabla 4.18	Análisis de varianza para la variable respuesta pH	61
Tabla 4.19	Análisis de la varianza de la variable respuesta acidez volátil.....	65
Tabla 4.20	Estadístico Tukey para el atributo aroma.....	71
Tabla 4.21	Parámetros microbiológicos del agua Mía.....	72
Tabla 4.22	Parámetros físicos del singani.....	73
Tabla 4.23	Parámetros fisicoquímicos del singani.....	73

Tabla 4.24 Capacidades caloríficas en función a la composición química de los alimentos.....	92
Tabla 4.25 Composición fisicoquímica de la uva.....	92
Tabla 4.26 Capacidades caloríficas del agua y el acero inoxidable.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Clasificación del singani.....	6
Figura 3.1 Propiedades físicas de la uva Moscatel de Alejandría.....	21
Figura 3.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la uva Moscatel de..... alejandría.....	21
Figura 3.3 Análisis microbiológico del agua Mía.....	22
Figura 3.4 Análisis fisicoquímico del singani.....	22
Figura 3.5 Análisis fisicoquímico del singani.....	23
Figura 3.6 Descripción de equipos.....	24
Figura 3.7 Instrumentos de laboratorio.....	24
Figura 3.8 Diagrama de flujo del proceso de obtención de singani.....	27
Figura 3.9 Despalillado.....	28
Figura 3.10 Estrujado.....	28
Figura 3.11 Refrigeración.....	28
Figura 3.12 Pre-calentamiento.....	29
Figura 3.13 Activación de las levaduras.....	29
Figura 3.14 Mezclado.....	29
Figura 3.15 Fermentación alcohólica.....	30
Figura 3.16 Descube.....	30
Figura 3.17 Primer trasiego.....	30
Figura 3.18 Segundo trasiego.....	30
Figura 3.19 Primera destilación.....	31
Figura 3.20 Segunda dstilación.....	31
Figura 3.21 Disminución del grado alcohólico.....	32

Figura 3.22	Embotellado.....	32
Figura 3.23	Evaluación sensorial del singani.....	33
Figura 4.1	Uva Moscatel de alejandría.....	37
Figura 4.2	Ensayos de muestras para la obtención de singani.....	40
Figura 4.3	Caja y bigote para las pruebas preliminares del singani por el..... método de bidestilación al vacío.....	43
Figura 4.4	Caja y bigote para las pruebas preliminares ensayo 4.....	45
Figura 4.5	Control °Brix en el proceso de fermentación alcohólica.....	47
Figura 4.6	Control de pH en el proceso de fermentación alcohólica.....	48
Figura 4.7	Control de densidad relativa en el proceso de fermentación..... alcohólica.....	50
Figura 4.8	Control de °Baumé en el proceso de fermentación alcohólica.....	51
Figura 4.9	Control de °Brix para determinar la muestra ideal del singani.....	53
Figura 4.10	Control de pH para determinar la muestra ideal del singani.....	54
Figura 4.11	Control de densidad relativa para determinar la muestra ideal del.... Singani.....	55
Figura 4.12	Control de °Baumé para determinar la muestra ideal del singani.....	57
Figura 4.13	Efectos principales con relación al grado alcohólico.....	59
Figura 4.14	Interacción de factores para el grado alcohólico.....	59
Figura 4.15	Diagrama de pareto estandarizado para el grado alcohólico.....	60
Figura 4.16	Efectos principales con relación al pH.....	62
Figura 4.17	Interacciones con relación al pH.....	63
Figura 4.18	Diagrama de pareto estandarizado para el pH.....	64
Figura 4.19	Efectos principales con relación a la acidez volátil.....	66
Figura 4.20	Interacciones con relación a la acidez volátil.....	67
Figura 4.21	Diagrama de pareto estandarizado para acidez volátil.....	68
Figura 4.22	Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales nivel bajo en la obtención de singani.....	69
Figura 4.23	Estadístico de caja y bigote de muestras experimentales nivel alto en la obtención de singani.....	70

Figura 4.24	Estadístico de caja y bigote de muestras finales.....	71
Figura 4.25	Balance general de material para la obtención de singani.....	74
Figura 4.26	Etapa de despalillado.....	76
Figura 4.27	Etapa de mezclado.....	77
Figura 4.28	Etapa de fermentación alcohólica.....	79
Figura 4.29	Etapa de descube.....	81
Figura 4.30	Etapa de primer trasiego.....	82
Figura 4.31	Etapa de Segundo trasiego.....	83
Figura 4.32	Etapa de primera destilación.....	84
Figura 4.33	Etapa de segunda destilación.....	86
Figura 4.34	Etapa de disminución del grado alcohólico	88
Figura 4.35	Resumen de balance general de material para la obtención de..... singani.....	90
Figura 4.36	Balance de energía en la etapa de calentamiento del agua.....	93
Figura 4.37	Balance de energía en la etapa de pre-calentamiento de la uva..... Molida.....	95
Figura 4.38	Balance de energía en la etapa de estrujado	96
Figura 4.39	Balance de energía en la etapa de refrigeración.....	97
Figura 4.40	Balance de energía en la etapa de la primera destilación.....	98
Figura 4.41	Balance de energía en la etapa de la segunda destilación.....	99