

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA INGENIERIA DE ALIMENTOS



OBTENCION DE VODKA A PARTIR DE PAPA VARIEDAD MARCELA

POR:

MAIRA MABEL JURADO GARECA

Trabajo final de grado presentado a consideración de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

SEMESTRE II, 2023

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria:

El presente trabajo de Tesis está dedicado a Dios, gracias a él logre concluir con mi carrera, a mis padres y a mis hermanos, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, en especial a mi abuela Selinda Ordóñez por sus consejos que me ayudaron a llegar donde he llegado.

Agradecimientos:

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud, acompañarme y brindarme protección siempre en todo momento y permitir culminar satisfactoriamente mi carrera.

A mis padres Eleido Jurado y Francisca Gareca que siempre me han brindado su apoyo, por el esfuerzo de trabajo diario durante mis estudios, por confiar en mí y siempre desear lo mejor para mi vida.

A mis hermanos José Luis y Alonso Damián por estar a mi lado, por motivarme para poder cumplir mis objetivos personales y académicos.

A mis compañeros y en especial a mis amigos, Arita, Yilda, Miguel, Alexis, Joel y Walter, por brindarme su amistad, compartir momentos felices y tristes, por su apoyo moral a lo largo de estos años.

A mi docente guía; M Sc Ing. Erick Ramírez por su paciencia y dedicación durante la realización de este trabajo, que sin su guía y enseñanzas en base a su experiencia y sabiduría no hubiese sido posible.

A mis docentes que han sido parte importante de mi formación académica, gracias por compartir sus conocimientos, su paciencia y sus consejos; así también agradezco a mis docentes tribunales: Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez, Ing. Gustavo Never Avendaño Vásquez e Ing. José Johnny Mercado Rojas que gracias a sus consejos fueron parte esencial para la culminación de mi trabajo.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCION

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

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del vodka.....	6
2.2	Definición del vodka.....	6
2.3	Clasificación del vodka	6
2.3.1	Tipos de vodkas.....	7
2.4	Composición fisicoquímica del vodka de papa.....	8
2.4.1	Propiedades nutricionales del vodka de papa.....	8
2.5	Aplicaciones del vodka en el ser humano.....	9
2.6	Caracterización de las materias primas utilizadas para elaborar..... vodka a partir de papa.....	10
2.6.1	Papa variedad Marcela (Solanum andigena).....	10
2.6.2	Composición fisicoquímica de la papa (Solanum andigena).....	11
2.6.3	Propiedades nutricionales de la papa (Solanum andigena).....	11
2.6.4	Aplicaciones del puré de papa en la elaboración de vodka a partir... de papa.....	12
2.7	Caracterización de los insumos utilizados en la elaboración de..... vodka a partir de papa.....	12
2.7.1	Agua potable de mesa (agua mía).....	12
2.7.2	Levadura vinífera.....	12
2.7.3	Malta base.....	13

2.7.4	Azúcar (sacarosa).....	13
2.8	Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado en el trabajo de investigación.....	13
2.8.1	Fermentación alcohólica.....	14
2.8.2	Destilación al vacío.....	14

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	15
3.2	Tipo de intervención experimental.....	15
3.3	Tipo de investigación experimental.....	15
3.4	Paradigma.....	16
3.5	Enfoque de investigación.....	16
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos.....	16
3.6.1	Análisis físico de la papa variedad <i>Marcela</i>	17
3.6.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico del puré de papa variedad <i>Marcela</i>	17
3.6.3	Análisis físico en el proceso de fermentación alcohólica del mosto de papa.....	18
3.6.4	Análisis fisicoquímico del vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	18
3.6.5	Equipos utilizados en la elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	19
3.6.6	Instrumentos de laboratorio utilizados en la elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	19
3.6.7	Material de laboratorio utilizados en la elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	20
3.6.8	Utensilios de cocina utilizados en la elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	20
3.6.9	Reactivos químicos.....	20
3.6.10	Insumos alimentarios.....	20
3.7	Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de vodka de papa variedad <i>Marcela</i>	21
3.7.1	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	22
3.7.1.1	Papa.....	22
3.7.1.2	Lavado.....	22
3.7.1.3	Pelado.....	22
3.7.1.4	Cocción.....	23

3.7.1.5	Preparación del puré de papa.....	23
3.7.1.6	Acondicionamiento del mosto.....	23
3.7.1.7	Fermentación.....	24
3.7.1.8	Filtración del mosto.....	25
3.7.1.9	Destilación.....	25
3.7.1.10	Dilución.....	26
3.7.1.11	Envasado.....	26
3.7.1.12	Almacenamiento.....	26
3.8	Evaluación sensorial.....	26
3.9	Diseño experimental.....	27
3.9.1	Diseño factorial 2^k	28
3.9.2	Diseño factorial 2^3 en el proceso de fermentación alcohólica.....	28
3.10	Operacionalización de variables para la elaboración de vodka a... partir de papa variedad <i>Marcela</i>	30

CAPÍTULO IV

CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1	Caracterización de la papa.....	31
4.1.1	Análisis físico de la papa.....	31
4.1.2	Análisis fisicoquímico del puré de papa variedad <i>Marcela</i>	32
4.1.3	Análisis microbiológico del puré de papa variedad <i>Marcela</i>	33
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de... vodka a partir de papa.....	34
4.2.1	Pruebas experimentales para la obtención de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	34
4.2.2	Pruebas preliminares de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i> ...	35
4.2.3	Pruebas preliminares en la dosificación de insumos para el..... ensayo 2.....	36
4.2.3.1	Estadístico de caja y bigote para la dosificación de insumos para las muestras del ensayo 2.....	38
4.2.4	Pruebas preliminares en la dosificación de las muestras del..... ensayo 3.....	39
4.2.4.1	Estadístico de caja y bigote para las muestras del ensayo 3.....	39
4.2.4.2	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de las muestras del..... ensayo 3.....	40
4.2.4.3	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de las muestras del..... ensayo 3.....	41
4.2.4.4	Estadístico de Tukey para el atributo bouquet de las muestras del... ensayo 3.....	41

4.2.4.5	Estadístico de Tukey para el atributo grado alcohólico de las.. muestras del ensayo 3.....	41
4.2.4.6	Control de factores: °Brix, pH, acidez en el proceso de..... fermentación alcohólica de la papa.....	42
4.2.4.7	Control de °Brix en el proceso de fermentación alcohólica del.... mosto de papa.....	42
4.2.4.8	Control del pH en el proceso de fermentación alcohólica del mosto de papa.....	44
4.2.4.9	Control de acidez total en el proceso de fermentación alcohólica del mosto de papa.....	45
4.3	Diseño factorial 2 ³ en el proceso de fermentación alcohólica del puré de papa para la elaboración de vodka.....	47
4.3.1	Variable respuesta de grado alcohólico en el proceso de..... fermentación alcohólica.....	47
4.3.2	Variable respuesta de pH en el proceso de fermentación..... alcohólica.....	50
4.3.3	Variable respuesta de acidez total en el proceso de fermentación..... alcohólica.....	53
4.3.4	Pruebas experimentales del factor porcentaje de malta en el proceso de fermentación alcohólica.....	56
4.3.4.1	Estadístico de caja y bigote del factor porcentaje malta del nivel... inferior en la elaboración de vodka a partir de papa.....	57
4.3.4.2	Estadístico de caja y bigote del factor porcentaje malta del nivel... superior en la elaboración de vodka a partir de papa.....	58
4.3.4.2.1	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del factor porcentaje de malta del nivel superior.....	59
4.3.4.2.2	Estadístico de caja y bigote para el atributo aroma del factor... porcentaje malta del nivel superior.....	60
4.4	Selección del vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	61
4.4.1	Estadístico de caja y bigote para la selección de la muestra final.....	61
4.4.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de la muestra final.....	62
4.4.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de la muestra final.....	62
4.4.1.3	Estadístico de Tukey para el atributo bouquet de la muestra final....	63
4.4.1.4	Estadístico de Tukey para el atributo °GL de la muestra final.....	63
4.5	Características del vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	64
4.5.1	Análisis fisicoquímico del vodka a partir de papa variedad..... <i>Marcela</i>	64
4.6	Balance de materia para el proceso de elaboración de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	65
4.6.1	Balance de materia en la etapa de lavado de la papa.....	68
4.6.2	Balance de materia en la etapa de pelado de la papa.....	70
4.6.3	Balance de materia en la etapa de cocción de la papa.....	71
4.6.4	Balance de materia en la etapa de preparación del puré de papa.....	73

4.6.5	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento del mosto.....	74
4.6.6	Balance de materia en la etapa de fermentación.....	75
4.6.7	Balance de materia en la etapa de filtrado.....	77
4.6.8	Balance de materia en la etapa de destilación.....	78
4.6.9	Balance de materia en la etapa de dilución.....	79
4.6.10	Balance de materia en la etapa de envasado.....	80
4.7	Resumen del balance de materia.....	81
4.8	Balance de energía para el proceso de elaboración de vodka a partir de papa.....	82
4.8.1	Balance de energía en la etapa de cocción.....	84
4.8.2	Balance de energía en la etapa de destilación.....	86

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	87
5.2	Recomendaciones.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Evaluación fisicoquímica de la bebida alcohólica tipo vodka.....	8
Tabla 2.2	Propiedades nutricionales del vodka de papa.....	9
Tabla 2.3	Composición fisicoquímica de papa (<i>Solanum andigena</i>).....	11
Tabla 2.4	Composición nutricional de papa.....	11
Tabla 3.1	Niveles de variación de los factores de la fermentación alcohólica del vodka.....	29
Tabla 3.2	Matriz de variables para el proceso de fermentación alcohólica...	30
Tabla 4.1	Análisis físico de la papa variedad <i>Marcela</i>	31
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico del puré de papa variedad <i>Marcela</i>	33
Tabla 4.3	Análisis Microbiológico del pure de papa variedad <i>Marcela</i>	33
Tabla 4.4	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del ensayo 3.....	40
Tabla 4.5	Estadístico de Tukey para el atributo aroma del ensayo 3.....	41
Tabla 4.6	Estadístico de Tukey para el atributo bouquet del ensayo 3.....	41
Tabla 4.7	Estadístico de Tukey para el atributo grado alcohólico del ensayo 3.....	42
Tabla 4.8	Variación de °Brix en función al tiempo de fermentación alcohólica.....	43
Tabla 4.9	Variación de pH en función al tiempo de fermentación alcohólica.....	44
Tabla 4.10	Variación de acidez en función al tiempo de fermentación alcohólica.....	46
Tabla 4.11	Análisis de varianza de la variable respuesta grado alcohólico en el proceso fermentativo.....	47
Tabla 4.12	Análisis de varianza de la variable respuesta pH en el proceso fermentativo.....	50
Tabla 4.13	Análisis de varianza de la acidez total en el proceso fermentativo.....	53
Tabla 4.14	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de las muestras del nivel superior.....	60
Tabla 4.15	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de las muestras del nivel superior.....	60
Tabla 4.16	Estadístico Tukey para atributo sabor de la muestra final.....	62
Tabla 4.17	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de la muestra final...	62
Tabla 4.18	Estadístico de Tukey para el atributo bouquet de la muestra final..	63
Tabla 4.19	Estadístico de Tukey para el atributo grado alcohólico de la muestra final.....	64
Tabla 4.20	Análisis fisicoquímico de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	65
Tabla 4.21	Capacidades caloríficas en función a la composición de alimentos.....	83

Tabla 4.22	Resultados de la composición fisicoquímica del puré de papa.....	83
Tabla 4.23	Capacidad calorífica del agua, acero inoxidable y aluminio.....	84
Tabla 4.24	Entalpías de vaporización del agua saturada.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1	Operacionalización de las variables para la elaboración de..... vodka a partir de papa.....	31
Cuadro 4.1	Combinación de tratamientos en función al porcentaje de..... malta.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Clasificación del vodka.....	7
Figura 2.2	Tipos de vodka.....	8
Figura 2.3	Propiedades del vodka en el ser humano.....	10
Figura 3.1	Métodos y técnicas utilizados en la papa variedad <i>Marcela</i>	17
Figura 3.2	Métodos y técnicas realizados en el puré de papa variedad.... <i>Marcela</i>	17
Figura 3.3	Métodos y técnicas realizados en el mosto.....	18
Figura 3.4	Métodos y técnicas realizados al vodka a partir de papa.....	18
Figura 3.5	Equipos de proceso de elaboración de vodka a partir de papa... variedad <i>Marcela</i>	19
Figura 3.6	Instrumentos de laboratorio.....	19
Figura 3.7	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de vodka a partir de papa.....	21
Figura 3.8	Papa variedad <i>Marcela</i>	22
Figura 3.9	Pelado de la papa.....	23
Figura 3.10	Acondicionamiento del mosto.....	24
Figura 3.11	Proceso de fermentación alcohólica del mosto de papa.....	25
Figura 3.12	Filtración del mosto.....	25
Figura 3.13	Destilación del vino base de papa.....	26
Figura 3.14	Evaluación sensorial del vodka a partir de papa variedad..... <i>Marcela</i>	27
Figura 4.1	Esquema de determinación del análisis físico.....	32
Figura 4.2	Pruebas preliminares en la obtención de vodka a partir de papa variedad <i>Marcela</i>	35
Figura 4.3	Variación en la dosificación de insumos para el ensayo 1.....	36
Figura 4.4	Variación en la dosificación de insumos para el ensayo 2.....	37

Figura 4.5	Caja y bigote en la variación de dosificación de insumos para las muestras del ensayo 2.....	38
Figura 4.6	Variación en la dosificación de insumos para el ensayo 3.....	39
Figura 4.7	Caja y bigote en la variación de dosificación de insumos de las muestras para el ensayo 3.....	40
Figura 4.8	Control de °Brix en el proceso de fermentación alcohólica.....	43
Figura 4.9	Control de pH en función del tiempo de fermentación..... alcohólica.....	45
Figura 4.10	Control de acidez total en función del tiempo de fermentación alcohólica.....	46
Figura 4.11	Efectos principales para el (°GL).....	48
Figura 4.12	Interacción de factores para °GL.....	49
Figura 4.13	Diagrama de Pareto estandarizado para el (°GL).....	49
Figura 4.14	Efectos principales con relación al pH.....	51
Figura 4.15	Interacciones con relación al pH.....	52
Figura 4.16	Diagrama de Pareto estandarizado para el pH.....	52
Figura 4.17	Efectos principales con relación a la acidez total.....	54
Figura 4.18	Interacciones con relación a la acidez total.....	55
Figura 4.19	Diagrama de Pareto estandarizado para la acidez total.....	56
Figura 4.20	Estadístico de caja y bigote del factor porcentaje de malta del nivel inferior.....	58
Figura 4.21	Estadístico de caja y bigote del factor porcentaje de malta del... nivel superior.....	59
Figura 4.22	Estadístico de caja y bigote para la selección de la muestra..... final.....	61
Figura 4.23	Balance de materia en el proceso de elaboración de vodka a partir de papa.....	66
Figura 4.24	Balance de materia en la etapa de lavado.....	68
Figura 4.25	Balance de materia en la etapa de pelado.....	70
Figura 4.26	Balance de materia en la etapa de cocción.....	71
Figura 4.27	Balance de materia en la etapa de preparación del puré.....	73
Figura 4.28	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento del..... mosto.....	74
Figura 4.29	Balance de materia en la etapa de fermentación.....	76
Figura 4.30	Balance de materia en la etapa de filtrado.....	77
Figura 4.31	Balance de materia en la etapa de destilación.....	78
Figura 4.32	Balance de materia en la etapa de dilución.....	79
Figura 4.33	Balance de materia en la etapa de envasado.....	80
Figura 4.34	Resumen general del balance de materia.....	81
Figura 4.35	Balance de energía en la etapa de cocción.....	85
Figura 4.36	Balance de energía en la etapa de destilación.....	86