



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**EVALUACIÓN DE LA PAPA CECILIA COMO MATERIA PRIMA
PARA LA OBTENCIÓN DE VODKA EN LA EMPRESA PRIMICIA
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: GEOMAYRA BELÉN ERAZO CHÁVEZ

DIRECTORA: Ing. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA, MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Geomayra Belén Erazo Chávez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, GEOMAYRA BELÉN ERAZO CHÁVEZ, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este documento son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de mayo de 2022.

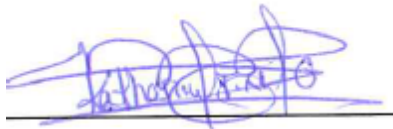




Geomayra Belén Erazo Chávez

C. I. 150111718-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA PAPA CECILIA COMO MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE VODKA EN LA EMPRESA PRIMICIA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por la señorita: **GEOMAYRA BELÉN ERAZO CHÁVEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Katherine Gissel Tixi Gallegos, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-05-18
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinuesa, MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-05-18
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-05-18

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi madre, Nelly Chávez por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera y por creer siempre en mi capacidad de salir adelante. A mi abuelito que está en el cielo le dedico todos mis logros ya que gracias a Él tengo muchos valores que me sirvieron en el transcurso de mi vida. Dedico este proyecto también a mis tíos: Gladys, Iván, Marco y Fabián que son como mis hermanos mayores que me apoyaron y me enseñaron siempre que con el trabajo y perseverancia se encuentra el éxito.

Geomayra

AGRADECIMIENTO

A Dios por siempre darme salud y vida para superar todas las adversidades durante mi vida universitaria, a mi madre por siempre darme el apoyo que necesito para salir adelante, esta vida no me alcanzará para darle las gracias por todo lo que ha hecho por mí. Agradezco a la Ing. Mayra Zambrano y a la Ing. Mabel Parada quienes de manera muy amable me han brindado su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación. Agradezco a la Ing. Karol Horna y al Ing. Fabián Avalos, quienes nos han abierto las puertas de su empresa productora de un exquisito vino tinto de uva, para permitirnos realizar la investigación y brindarnos el apoyo más fiel e incondicional. Y finalmente a mi novio, Christopher quien estuvo conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida, siempre apoyándome de todas las maneras posibles para desarrollar el tema de investigación.

Geomayra

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
INDIE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.1.1. Antecedentes de la empresa	8
1.2. Marco conceptual o glosario.....	9
1.2.1. La Papa	9
1.2.1.1. Cantidad de producción de papa en el ecuador	9
1.2.1.2. Composición química de la papa.....	10
1.2.1.3. Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo en el Ecuador.....	12
1.2.1.4. Tipo de papa adecuada para obtener vodka	13
1.2.1.5. Papa Cecilia	14
1.2.2. Almidón de papa	16
1.2.2.1. Mecanismos de obtención del almidón de papa	17
1.2.2.2. Estructura del almidón.....	18
1.2.2.3. Propiedades funcionales de los almidones.....	18
1.2.3. Levaduras	19
1.2.3.1. Tipos de levaduras	20
1.2.4. Malta	21
1.2.5. Bebidas alcohólicas	21
1.2.5.1. Congéneres	22
1.2.5.2. Clasificación de las bebidas alcohólicas	22
1.2.6. El vodka.....	23
1.2.6.1. Historia del vodka.....	23
1.2.6.2. Producción de vodka en el Ecuador.....	24

1.2.6.3.	<i>Tipos de vodka</i>	25
1.2.6.4.	<i>Beneficios que brinda el vodka en la actualidad</i>	26
1.2.6.5.	<i>Requisitos del vodka para que sea apto para el consumo humano</i>	27
1.2.6.6.	<i>Requisitos físicos y químicos para el vodka</i>	28
1.2.7.	<i>Descripción del proceso de obtención de vodka</i>	29
1.2.7.1.	<i>Obtención del almidón</i>	29
1.2.7.2.	<i>Hidrólisis del almidón</i>	30
1.2.7.3.	<i>Fermentación alcohólica</i>	30
1.2.7.4.	<i>Destilación</i>	31

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	33
2.1.	Hipótesis y variables	33
2.1.1.	<i>Hipótesis</i>	33
2.2.	Identificación de Variables	33
2.2.1.	<i>Variable Independiente</i>	33
2.2.2.	<i>Variables Dependientes</i>	33
2.3.	Operacionalización de Variables	34
2.4.	Matriz de Consistencia	36
2.5.	Tipo y Diseño de Investigación	40
2.5.1.	<i>Tipo de Investigación</i>	40
2.5.1.1.	<i>Experimental</i>	40
2.5.1.2.	<i>Descriptiva</i>	40
2.5.1.3.	<i>Inductivo</i>	40
2.5.1.4.	<i>Deductivo</i>	40
2.5.2.	<i>Diseño de la investigación</i>	41
2.6.	Unidad de Análisis	43
2.7.	Población de Estudio	43
2.8.	Tamaño de Muestra	43
2.9.	Selección de muestra	44
2.10.	Técnicas de recolección de datos	44
2.10.1.	<i>Extracción del almidón</i>	45
2.10.2.	<i>Obtención del vodka</i>	50
2.10.2.1.	<i>Evaluación físico-química del vodka</i>	54
2.10.3.	<i>Caracterización organoléptica de vodka</i>	63

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
3.1.	Extracción del almidón	65
3.1.1.	<i>Evaluación del rendimiento de la extracción del almidón de la papa Cecilia</i>	65
3.2.	Obtención de vodka	66
3.2.1.	<i>Influencia de la levadura Turbo Yeast y la malta de cebada extra pale Ale en los grados Brix y pH durante la fermentación.</i>	66
3.2.1.1.	<i>Tratamiento uno</i>	66
3.2.1.2.	<i>Tratamiento dos</i>	70
3.2.1.3.	<i>Tratamiento tres</i>	73
3.2.2.	Rendimiento en cada destilación	76
3.2.2.1.	<i>Tratamiento uno</i>	76
3.2.2.2.	<i>Tratamiento dos</i>	77
3.2.2.3.	<i>Tratamiento tres</i>	79
3.2.3.	Evaluación de los parámetros establecidos para escoger el mejor tratamiento	81
3.2.3.1.	<i>Grado alcohólico</i>	81
3.2.3.2.	<i>Cantidad de congéneres</i>	81
3.2.3.3.	<i>Acidez total</i>	84
3.2.3.4.	<i>Rendimiento del vodka</i>	85
3.2.4.	Caracterización del tratamiento escogido	85
3.2.4.1.	<i>Grado alcohólico</i>	86
3.2.4.2.	<i>Congéneres</i>	86
3.2.4.3.	<i>Acidez total</i>	87
3.2.4.4.	<i>Rendimiento</i> 88	
3.2.4.5.	<i>Determinación del pH</i>	88
3.2.4.6.	<i>Estudio de Espectrometría infrarroja</i>	89
3.2.4.6.	<i>Análisis de costo-rendimiento</i>	90
3.3.	Análisis de la comparación organoléptica del tratamiento escogido con un vodka comercial	91
3.4.	Comprobación de hipótesis	93
3.4.1.	<i>Hipótesis 1</i>	93
3.4.2.	<i>Hipótesis 2</i>	93
3.4.3.	<i>Hipótesis 3</i>	94

CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Antecedentes relacionados con la investigación	5
Tabla 2-1:	Áreas de la Región Andina donde se encuentra el cultivo de Papa.....	10
Tabla 3-1:	Contenido promedio de los principales constituyentes del tubérculo de papa.	11
Tabla 4-1:	Componentes de la materia seca de los tubérculos de papa	11
Tabla 5-1:	Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo	12
Tabla 6-1:	Principales características de la papa Cecilia cultivada en Ecuador	14
Tabla 7-1:	Propiedades funcionales del almidón	19
Tabla 8-1:	Producción de etanol partiendo de diferentes materias primas	21
Tabla 9-1:	Características más importantes del tipo de vodka.	25
Tabla 10-1:	Requisitos del vodka	28
Tabla 11-1:	Requisitos físicos y químicos para el vodka	29
Tabla 1-2:	Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 2-2:	Matriz de consistencia.....	36
Tabla 3-2:	Diseño experimental de la investigación.	42
Tabla 4-2:	Proceso de extracción de almidón por vía húmeda a partir de papa Cecilia	47
Tabla 5-2:	Proceso de obtención de vodka a partir de papa Cecilia	51
Tabla 6-2:	Método para determinar el contenido alcohólico de una muestra de vodka.....	54
Tabla 7-2:	Método para determinar el contenido de congéneres en una muestra de vodka...56	
Tabla 8-2:	Método para determinar la acidez total de una muestra de vodka.	60
Tabla 9-2:	Método para determinar el pH de una muestra de vodka.....	61
Tabla 10-2:	Método para determinar los grados Brix de una muestra de vodka.	62
Tabla 11-2:	Método para determinar la cadena de OH- en una muestra de vodka.....	63
Tabla 12-2:	Ensayo de catado de bebidas alcohólicas	64
Tabla 1-3:	Resultados del rendimiento del almidón de la papa Cecilia para la obtención de vodka en cada tratamiento.	65
Tabla 2-3:	Resultados de los grados Brix y °GL de la fermentación de la repetición uno del tratamiento uno (T1R1).	66
Tabla 3-3:	Resultados de los grados Brix de la fermentación de la repetición dos del tratamiento uno (T1R2).....	66
Tabla 4-3:	Resultados de los grados Brix y °GL de la fermentación de la repetición tres del tratamiento uno (T1R3).....	67
Tabla 5-3:	Resultados de los grados Brix y pH del tratamiento uno del segundo tratamiento durante la fermentación.	70

Tabla 6-3:	Resultados de los grados Brix y pH de la repetición dos del segundo tratamiento durante la fermentación.	70
Tabla 7-3:	Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición tres del segundo tratamiento durante la fermentación.	71
Tabla 8-3:	Resultados de los grados Brix y pH de la repetición uno del tercer tratamiento durante la fermentación.	73
Tabla 9-3:	Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición dos del tercer tratamiento tres durante la fermentación.	73
Tabla 10-3:	Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición tres del tercer tratamiento durante la fermentación.	74
Tabla 11-3:	Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento uno luego de cada destilación.	76
Tabla 12-3:	Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento dos luego de cada destilación.	78
Tabla 13-3:	Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento dos luego de cada destilación.	79
Tabla 14-3:	Resultados del °GL finales de los tratamientos.	81
Tabla 15-3:	Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento uno.	82
Tabla 16-3:	Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos.	82
Tabla 17-3:	Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento tres.	83
Tabla 18-3:	Resultados de la evaluación de la acidez total del vodka.	84
Tabla 19-3:	Resultados del rendimiento del almidón de la papa Cecilia para la obtención de vodka en cada tratamiento.	85
Tabla 20-3:	Resultados del grado alcohólico del mejor tratamiento.	86
Tabla 21-3:	Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos.	86
Tabla 22-3:	Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos.	87
Tabla 23-3:	Resultados de la evaluación del rendimiento del tratamiento dos.	88
Tabla 24-3:	Resultados de la evaluación del pH del vodka obtenido en los diferentes tratamientos.	88
Tabla 25-3:	Resultados del análisis de Espectrometría infrarroja (IR-TF) del tratamiento uno.	89
Tabla 26-3:	Resultados de los costos y el rendimiento en cada tratamiento.	90
Tabla 27-3:	Resultados de la evaluación organoléptica del vodka del tratamiento dos.	91
Tabla 28-3:	Resultados de la evaluación de la acidez total del vodka obtenido en los diferentes tratamientos.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Composición química de una papa común hervida y pelada antes del consumo, basada en 100 gramos de producto.....	10
Figura 2-1: Distribución de los principales componentes de la papa.....	12
Figura 3-1: Tubérculos de INIAP-Cecilia.....	14
Figura 4-1: Segmento de amilosa.....	18
Figura 5-1: Segmento de amilopectina.....	18
Figura 6-1: Levadura Classic 8 Turbo Yeast.....	20
Figura 7-1: Malta de cebada Extra Pale Ale.....	21
Figura 8-1: Historia del vodka	24
Figura 9-1: Vodka polaco marca Zubrowka.....	25
Figura 10-1: Montaje destilación simple.....	31
Figura 11-1: Equipo de rotavapor	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Ubicación de la empresa Primicia	9
Gráfico 1-2: Diagrama de flujo para la extracción de almidón de papa Cecilia.	46
Gráfico 2-2: Diagrama de flujo para la obtención de vodka a partir de papa Cecilia.	50
Gráfico 1-3: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 1.	68
Gráfico 2-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento 1.	69
Gráfico 3-3: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 2.	71
Gráfico 4-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento 2.	72
Gráfico 5-3: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 3.	74
Gráfico 6-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento 3.	75
Gráfico 7-3: Espectro infrarrojo de muestra de vodka obtenido a partir de la papa Cecilia	89
Gráfico 8-3: Gráfico sobre grados alcohólicos, congéneres, acidez total y rendimiento del vodka.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA PAPA CECILIA

ANEXO B: OBTENCIÓN DE VODKA

ANEXO C: ANÁLISIS DEL GRADO ALCOHÓLICO A TODOS LOS TRATAMIENTOS

ANEXO D: EVALUACIÓN DE ACIDEZ TOTAL A TODOS LOS TRATAMIENTOS

ANEXO E: COMPARACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL MEJOR TRATAMIENTO CON UN
VODKA COMERCIAL

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo evaluar a la papa Cecilia (*Solanum tuberosum*) para obtener vodka, mediante un estudio comparativo de la combinación de: almidón de la papa Cecilia, levadura Turbo Yeast, malta de cebada de tipo extra pale ale, en distintas cantidades. Se realizaron las pruebas organolépticas y fisicoquímicas respectivas para garantizar la calidad del producto obtenido. Se ejecutaron 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, en cada tratamiento se extrajo el almidón de la papa Cecilia por el método de vía húmeda. La primera etapa fue la gelatinización del almidón, luego se procedió a activar la malta para mezclar ambas composiciones con el fin de que se hidrolizara la mezcla, seguido de esto, se efectuó la inoculación para posteriormente recuperar los azúcares residuales y llevarlo a que se fermente en botellones previamente adecuados en condiciones ambientales. Se realizaron 3 destilaciones a todos los tratamientos, determinando así, cual es el tratamiento que cumplió con las características intrínsecas del vodka estipulados en la normativa INEN 369. A continuación, para la interpretación de los resultados se utilizó un diseño experimental comparativo simple. El tratamiento 1 y 3 fueron rechazados por no cumplir con la normativa INEN 369, determinado así que el tratamiento 2 fue el mejor para producir vodka, debido a que, cumplió a cabalidad con los siguientes análisis: grado alcohólico, congéneres, acidez total y rendimiento. De esta manera, se concluye que el tratamiento 2 luego de realizar las pruebas físico químicas y organolépticas presentó valores aceptados por la NTE INEN 369. Se recomienda en el estudio de la fermentación utilizar alguna fruta o producto que aporte más azúcares al mosto y por ende obtener más alcohol en menos tiempo, minimizando así los recursos en el proceso.

Palabras clave: <ALMIDÓN>, <LEVADURA>, <FERMENTACIÓN>, <INOCULACIÓN>, <DESTILACIÓN>, <CONGÉNERES>, <VODKA>.



SUMMARY

The objective of this project was to evaluate the Cecilia potato (*Solanum tuberosum*) to obtain vodka. Through a comparative study of the combination of: Cecilia potato starch, turbo yeast, extra pale ale type barley malt in different quantities. The respective organoleptic and physicochemical tests were carried out to guarantee the quality of the product obtained. Three treatments were carried out with three replicates each. In each treatment, starch was extracted from the Cecilia potato by the wet method. The first stage was starch gelatinization. Then, the malt was activated to mix both compositions in order to hydrolyze the mixture, followed by inoculation to later recover the residual sugars and ferment it in previously suitable bottles under environmental conditions. 3 distillations were performed on all treatments. Thus, determining which is the treatment that met the intrinsic characteristics of vodka stipulated in the INEN 369 regulation. Next, a simple comparative experimental design was used for the interpretation of the results. Treatment one and 3 were rejected for not complying with THE INEN 369 regulations, thus determining that treatment 2 was the best to produce vodka, because it fully complied with the following analyzes: alcoholic strength, congeners, total acidity and yield. In this way, it is concluded that treatment 2 after performing the physicochemical and organoleptic tests presented values accepted by the NTE INEN 369. It is recommended in the study of fermentation to use some fruit or product that provides more sugar to the must and therefore obtain more alcohol in less time, thus minimizing the resources in the process.

Keywords: <STARCH>, <YEAST>, <FERMENTATION>, <INOCULATION>, <DISTILLATION>, <CONGENERS>, <VODKA>.



Dra. Nanci Margarita Inca Chunata

CI: 0602926719

INTRODUCCIÓN

Identificación del problema

La empresa Primicia dedicada al expendio de vino tinto de uva en la ciudad de Riobamba, ha observado la necesidad de implementar en su negocio la producción de vodka, debido a que puede evidenciar fácilmente la escasa presencia de empresas productoras de vodka en la ciudad, lo cual provoca que los costos de ésta bebida aumenten debido a la cantidad de intermediarios existentes en la cadena de expedición de este producto y aquellas que existen no manejan una producción adecuada y profesional que otorgue un producto de calidad como el que se espera conseguir al elaborar este producto en Primicia.

Según la información de Diario El Telégrafo, 2014, citado en Naranjo & Navarrete (2015), en Chimborazo, los habitantes destinan alrededor de 2.000 hectáreas para el cultivo de éste tubérculo, lo que representa el 40% del total provincial de áreas de siembra de la papa, es por eso que, ésta provincia, es una de las más representativas en cuanto al cultivo de papa, donde el clima y los suelos son propicios para la producción eficiente del tubérculo, lo que ocasiona que se produzcan sin mayores afecciones de plagas y manteniendo todas sus propiedades alimenticias y nutrientes. Al ser la papa un cultivo de ciclo corto, existe la producción todo el año. Hoy en día, las bebidas con contenido de alcohol que son importadas al país contribuyen con un arancel mixto del 1% con un importa adicional de 0,25 dólares por cada grado alcohólico que contenga la bebida. Cabe indicar que dichos ajustes en los impuestos efectuado por el Gobierno central afectan de manera directa a la industria (Enríquez, 2016, p.1).

Es por este motivo que el valor de la bebida crece al consumir marcas de Vodka importados y por ende decrece el desempleo ya que, al incursionar con esta idea, la Empresa Primicia, abrirá fuentes de empleo e independencia económica.

Justificación del proyecto

Uno de los productos más populares en el mundo que se puede realizar a base de papa como materia prima es el vodka, por lo tanto, podría sustentarse que el consumo de Vodka en el Ecuador podría aumentar al elaborar un producto a base de la papa Cecilia, sin embargo, se tendría que tener en cuenta que, la importancia de consumir productos nacionales radica en que incrementar el producto interno bruto del Ecuador, además permite incrementar y fomentar la economía de las industrias nacionales (Benavides y Pozo, 2008, p.1).

En el campo agroindustria, la obtención de vodka a partir de la papa Cecilia es una alternativa para poder llegar al consumidor con una idea fresca y novedosa, debido a que, existe una gran demanda de tipos de vodka, sin embargo, no existe un vodka que se derive de este tipo de papa.

Por otro lado, el uso del almidón de papa Cecilia para obtener vodka se produce por medio de la evaluación de todos los procesos involucrados: gelatinización, fermentación y destilación, además, se debe tener en cuenta a la variación progresiva de los parámetros característicos como son: temperatura de gelatinización e inoculación con el uso de levaduras, cantidad de congéneres y la cantidad de levadura ingresada al sistema (Benavides y Pozo, 2008, p.1).

Durante el proceso de obtención de la bebida destilada se debe realizar varios ensayos con el fin de determinar cuál de todos tiene un alto rendimiento y características intrínsecas del vodka. Al proponer la obtención de vodka a base del almidón de la papa Cecilia se ofrece a la empresa Primicia una vía para obtener beneficios sociales y económicos (Benavides y Pozo, 2008, p.1).

Frente a lo expuesto y quizá el poco interés que se ha relevado sobre el tema, la empresa Primicia ubicada en la ciudad de Riobamba ha visto la necesidad de producir vodka a partir de la papa Cecilia; mediante la aplicación de los conocimientos de ingeniería en los procesos de producción, innovando de esta manera su línea comercial (Benavides y Pozo, 2008, p.1).

Objetivos de la investigación

- *Objetivo General*

Evaluar a la Papa Cecilia como materia prima para la obtención de vodka en la empresa Primicia de la ciudad de Riobamba.

- *Objetivos Específicos*

- Calcular el rendimiento de la papa Cecilia (*Solanum tuberosum*), en la extracción de su almidón por vía húmeda.
- Analizar el comportamiento de todos los tratamientos en la etapa de la fermentación para definir la mejor formulación de acuerdo a los grados alcohólicos, congéneres y acidez total.
- Realizar la caracterización físico química y organoléptica en la producción de vodka al mejor tratamiento según la normativa NTE INEN 369, para garantizar su calidad

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de la investigación

Para la elaboración de vodka a base de almidón de papa (Palacios et al., 2020) realizó una investigación en la cual, utilizó un secador de bandejas, cubas de aluminio de 50 L, una cocina eléctrica, balanza, un fermentador, filtro, una torre de destilación, termómetro, pH-metro y un alcoholímetro, mismos instrumentos que ayudaron a obtener Vodka con variables óptimas, las cuales fueron: temperatura de destilación de 92 °C y una presión atmosférica de 542 mm Hg para obtener un grado alcohólico de 40 °GL, en el proceso se alimenta 6.5 Kg de almidón de papa “súper chola”, con 1 Kg de malta y 18 L de agua destilada, obteniendo 20 litros de la mezcla a fermentar, obteniendo como resultado 10 litros de alcohol, microorganismos, agua y CO₂, luego de la destilación se recupera 3.3 litros con un rendimiento del 16.5 % de etanol, que es un valor adecuado para la producción a nivel artesanal. Además, Palacios et al. (2020) en sus investigaciones encontró que con un valor de 6,51 de pH, es beneficioso en el crecimiento de levaduras y, adicionalmente, es un valor bajo para inhibir el crecimiento de bacterias.

Según Chamorro (2021) realizó un estudio sobre obtención de vodka haciendo uso de *passiflora edulis* (maracuyá), en el cual, realizó dos experimentos por duplicado solo en la etapa de maceración y fermentación, deduciendo así que la etapa más óptima para agregar la fruta es en la fermentación, puesto que, ahí se exponen las variables organolépticas más importantes en las pruebas sensoriales realizadas posteriormente a la finalización del vodka; llegando a obtener índices de valores microbiológicos aceptados y con un grado alcohólico de 45%, los análisis fisicoquímicos y de microorganismos demuestran que es apto para el consumo humano. Se estableció también un tratamiento previo para el maracuyá a adicionar en el proceso, el cual, consiste en un tratamiento térmico para la pulpa (pasteurización rápida), obteniendo resultados satisfactorios para el proceso. Las materias primas utilizadas en la producción fueron: malta principal: 7 Kg de malta Pilsen, malta secundaria: 1 Kg malta Pale Ale y la levadura SafAle S-04 – 12 g, 70 minutos luego de la fermentación fue el tiempo óptimo para introducir el maracuyá a una temperatura de 75 grados Celsius.

En una fermentación anaeróbica, se da en una disolución de azúcares con levadura en el proceso para obtener vodka (Alcívar, 2017, p.1), el cual diseñó una planta productora de vodka, afirma que, los componentes más importantes que se producen son: el alcohol etílico y el agua, mientras más números de destilados tenga, el vodka será de mayor calidad y por lo tanto, se obtendrá un producto de alto grado de pureza, además que, el alto contenido de almidón de una papa no

asegura un mayor rendimiento en grado alcohólico, si no que éste factor dependerá de tratamiento que se le entregue al proceso de obtención de vodka. El almidón entra a un tanque de mezcla y se junta con agua, donde se calienta y se gelatiniza para pasar al fermentador, todo este proceso se lleva a cabo con el movimiento de válvulas mariposas, medidos de flujo, bomba centrífuga y solenoides automatizados. Cuando entra al tanque fermentador ingresa el agua fría para posteriormente añadir la levadura y se deja reposar durante 68-72 h. Finalmente pasa a través de un filtro para dirigirse a la destilación, en donde, se separarán los componentes de distinta volatilidad utilizando un evaporador hasta que esté en ebullición, luego se condensa el destilado en un intercambiador de calor y se envía al sistema de limpieza.

Según Guerrero y Yépez (2018) efectuó un estudio de dos factores en la obtención de vodka: la cantidad de yuca y zanahoria blanca, y el tiempo de cocción de la misma, a partir de esta incógnita dedujo que a partir de 50% de zanahoria blanca y 50% de yuca con un tiempo de cocción de 40 minutos se obtiene un producto de grado alcohólico de 39% utilizando la enzima Gamalpha Spezial (alfa amilasas), la cual, favorece a la fermentación de los almidones contenidos en la yuca y la zanahoria blanca. Cabe recalcar que, a las 48 horas de fermentación la cantidad de sólidos solubles disminuye un 70 %, dicha situación es considerada como buena porque da a relucir el rendimiento de la enzima utilizada en el proceso de obtención de vodka, por lo tanto, la cantidad de yuca y zanahoria blanca ejercen una influencia sobre los grados brix iniciales de la bebida alcohólica a un nivel de significancia del 0,10%. Es importante mencionar que las unidades experimentales que se realizaron, en total siete, fueron realizadas en días distintos, considerando que la fermentación duró dos días.

Una investigación realizada por Anaya (2020) con el tema: obtención de una bebida alcohólica tipo Vodka utilizó tres variedades de papa (canchan, hualash y huayro moro) por vía enzimática (Termamyl 120 L y Fungamyl 800 L), con el objetivo de encontrar el mejor tratamiento para obtener vodka para lo cual se realiza seis experimentos para evaluar el rendimiento de cada tratamiento; la variedad huayro moro fue la que demostró mayor rendimiento, con un porcentaje de 14.11, humedad de 11.84 %, pH de 6.23 y viscosidad de 34 000 cP. Con relación a la densidad y al contenido de cenizas, se reportó que los valores adecuados corresponden a la variedad hualash, con valores de 0,25% de cenizas y 0,76 g/mL de densidad. Respecto a las variables de sabor y color, no se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, de acuerdo a la escala hedónica (escala para el sabor: de indiferente a muy agradable; escala para el color: de regular a muy bueno); mientras que para el aroma fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas, conformándose como el mejor vodka el proveniente de la variante de papa hualash y utilizando la enzima Termamyl 120L, calificándolo en una escala de agradable a muy agradable. Por último, referente al aspecto general, los tratamientos evaluados con mayor aceptación fueron aquellos provenientes de la variante de papa hualash y la enzima Fungamyl

800L; y, el vodka de la papa canchan y la misma enzima; estas bebidas, presentaron características químicas y físicas que se encuentran dentro de los límites permisivos por la norma NTP 211.013 2015, los cuales son: grado alcohólico: 50 máx.; acidez total: 2 máx.; metanol: 10 máx.; esteres totales: 3 máx.; componentes volátiles totales: 10 máx.

En relación con el contenido de cenizas y densidad, los valores más adecuados los reportó la variedad hualash, con 0.25 % y 0.76 g/mL, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la evaluación sensorial para los atributos sabor y color, valoradas según la escala hedónica, de indiferente a muy agradable y de regular a muy bueno, respectivamente; mientras que para el atributo aroma sí se encontraron diferencias significativas, siendo mejor el vodka de papa hualash utilizando la enzima Termamyl 120 L, con calificativo promedio de agradable a muy agradable. Finalmente, para el atributo aspecto general, los tratamientos que tuvieron mayor aceptación fueron el de la papa hualash con enzima Fungamyl 800 L y el vodka de papa canchan, con enzima Fungamyl 800 L, presentando características fisicoquímicas dentro de los límites permitidos por la NTP 211.013 2015 (grado alcohólico, máx. 50; acidez total, máx. 2; metanol, máx. 10; esteres totales, máx. 3, y suma de componentes volátiles, máx. 10).

En un estudio sobre la evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (*musa paradisiaca*) con adición de almidón de papa para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka Oña (2020) asevera que, a partir de 4 Kg de banano maduro pelado puede obtenerse un mosto de 81° GL, el cual, agregando 5,25 L de agua destilada puede llegar a obtenerse 9,45 litros de etanol a un 36° GL. Además, el tratamiento con mejor rendimiento fue el tratamiento cinco, el cual, consiste es 1,5 Kg de almidón de papa, 3,5 Kg de pulpa de banano, se obtuvo 4,32 litros de vodka con un rendimiento de 35,47%.

Tabla 1-1: Antecedentes relacionados con la investigación

Año	Autor	Título	Descripción
2017	Valentina Alcívar	Diseño de una planta productora de vodka, utilizando como materia prima la papa	La tesis realizada se concentra en diseñar un programa para la simulación para la producción de vodka, haciendo uso del software AutoCAD; especifica las condiciones a la cual debe llevarse el proceso de cada operación, por otro lado, concluye que el desdoblamiento de azúcares a alcohol es considerado como bueno para el proceso, puesto que el almidón tiene carbohidratos de alto peso

Año	Autor	Título	Descripción
			<p>molecular, por ende, se puede optar por el uso de vapor (P= 1 y 100 °C) en vez de una camisa de vapor. Es importante resaltar que en esta investigación este autor determinó la temperatura óptima para la primera etapa de la hidrólisis y para la sacarificación (segunda etapa de la hidrólisis), siendo, 95-98 °C y 55-66 °C respectivamente.</p>
2018	Emilia Guerrero y Andrea Yépez	<p>Elaboración de una Bebida Alcohólica Destilada a partir de Yuca (<i>Manihot esculenta</i>) y Zanahoria Blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)</p>	<p>Esta investigación se encuentra estrechamente ligada a la producción de vodka haciendo uso de Yuca y Zanahoria Blanca, para ello, utilizaron un diseño factorial 2^k, donde las variables de respuesta fueron la concentración de las dos materias primas y el tiempo de cocción sobre el tratamiento que tenga mayor grados Brix, determinando así que, el mejor tratamiento o formulación fue utilizar el 50% de cada una de las materias primas con un tiempo de cocción de 40 minutos.</p>
2020	Yasuní Anaya, Gaby Mantero y Roger Laguna.	<p>Obtención de una bebida alcohólica tipo vodka a partir de almidones de tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) por vía enzimática</p>	<p>El estudio se basa en determinar qué tipo de almidón es el mejor para obtener vodka, los cual se comprobaron en base a un diseño experimental confirmando por medio de 6 tipos de tratamientos, la formulación más óptima tendrá que cumplir con condiciones organolépticas y físico químicas establecidas para el consumo humano, además, el producto final escogido debe tener un alto rendimiento, siendo así, el mejor tratamiento respecto al rendimiento fue escogida la variedad huayro moro que</p>

Año	Autor	Título	Descripción
			<p>presentó un rendimiento del 14,11%, mientras que, en relación al tratamiento con mejores características sensoriales fue la papa hualash junto con la enzima Termamyl 120 L, y finalmente el mejor tratamiento respecto a las características físico químicas fue el de la papa hualash con la enzima Fungamyl 800 L junto con la papa hualash con la enzima Fungamyl 800 L.</p>
2020	Tania Oña	<p>Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (<i>musca paradisiaca</i>) para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka</p>	<p>El propósito de esta investigación fue de evaluar al rechazo de banano con la utilización del almidón de papa con el fin de obtener vodka, para lo cual, se aplicaron 6 tratamientos con 4 repeticiones con un diseño al azar con un arreglo factorial, los tratamientos se basaron en variar la cantidad de banano almidón y agua en cada formulación. El tratamiento que obtuvo a favor la evaluación sensorial fue el 1 (almidón de papa; mezcla: Agua 80%-20%; 20%-80%), sin embargo, el tratamiento 5 fue el que mayor rendimiento tuvo de todos los tratamientos, siendo 35,47%.</p>
2020	Hannibal Brito	<p>Uso del almidón de papa súper chola (<i>Solanum tuberosum</i>) en la producción de una bebida alcohólica</p>	<p>El artículo de la revista prácticamente se centra en obtener vodka a partir de la papa súper chola por vía húmeda, es decir, utiliza el puré de la papa como mosto para fermentarlo, maneja malta de cebada y la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a 25 °C en la fase de fermentación, con una temperatura de inoculación de 68 °C durante una hora,</p>

Año	Autor	Título	Descripción
			además, finalmente se filtra y se destila obteniendo un vodka de 40 °C.
2021	Diego Chamorro	Evaluación de la producción de vodka artesanal “la destilería”, haciendo uso de <i>Pasiflora edulis</i> (maracuyá) como fruta adicional	La presente investigación trata de verificar la factibilidad de añadir maracuyá en la producción de vodka, principalmente se basa en determinar la mejor fase para añadir la fruta, llegando a la conclusión que la etapa más sobresaliente es la fase de la maceración luego de establecer un tratamiento térmico a la maracuyá sin dañar sus características, además, se puede añadir que la investigación si es factible, luego de realizar un análisis de costos, se finalizó que, la producción de vodka artesanal utilizando maracuyá en la fase de la fermentación si es factible y cumple con los parámetros establecidos para el consumo humano.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

1.1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa Primicia se encuentra ubicada en el cuidado de Riobamba provincia de Chimborazo. Es una empresa artesanal que se dedica a la producción de vino tinto de uva.



Figura 1-1: Ubicación de la empresa Primicia

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

La empresa cuenta con los servicios básicos de agua potable, luz y línea telefónica. Actualmente la empresa no cuenta con una línea de producción de vodka, sin embargo, tienen proyectos a futuros para poder iniciar con el procesamiento del almidón de la papa Cecilia para obtener vodka.

1.2. Marco conceptual o glosario

1.2.1. La Papa

Es considerado como uno de los alimentos más consumidos e importantes en la vida del ser humano, debido a su alta fuente de alimento y contenido de potasio, hierro, vitamina B, tiamina, niacina, magnesio, fósforo, ácido fólico y fitoquímicos ideales y esenciales en la dieta humana, es muy versátil debido a que en la industria alimentaria posee muchos usos, con ella se elaboran productos comerciales y bebidas alcohólicas que requieren papas como es el caso del vodka (Bioenciclopedia, 2016, p.1.).

1.2.1.1. Cantidad de producción de papa en el Ecuador

La producción nacional de papa se consume en su mayoría en el mercado interno; sin embargo, en los últimos años, gracias a la apertura de nuevos mercados y la industrialización del sector agrario, se ha considerado que la demanda del producto aumentará considerando que la población ecuatoriana es tradicionalmente consumidora de papa, en especial en la región Sierra, en la cual se estima un consumo promedio anual de 32 kg de papa (Narvárez y Soria, 2010, p.5). La producción de papa en el Ecuador se localiza en la región sierra, dividida en tres zonas:

- Norte: abarcando las provincias de Carchi e Imbabura.

- Centro: contemplando las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar y Chimborazo.
- Sur: con las provincias de Cañar y Azuay (Narváez y Soria, 2010, p.1).

Tabla 2-1: Áreas de la Región Andina donde se encuentra el cultivo de Papa.

Provincias	Superficies cosechadas (m2)
Carchi	6.500
Imbabura	1.620
Pichincha	4.280
Cotopaxi	5.100
Tungurahua	8.181
Chimborazo	10.500
Bolívar	2.396
Cañar	2.650
Azuay	0
Loja	2.450
Total	43.677

Fuente: Narváez y Soria, 2010.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

1.2.1.2. Composición química de la papa

La papa común en su estado natural contiene 80% de agua y 20% de materia seca, además, el 60% o el 80% corresponde a la cantidad de almidón (Prokop y Albert, 2008, p.3).

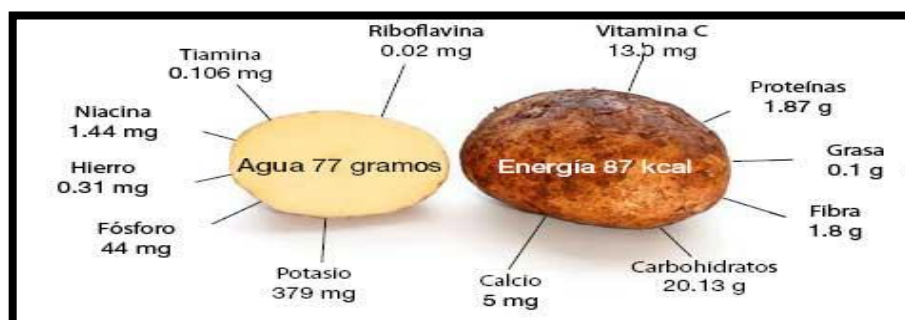


Figura 1.2-1: Composición química de una papa común hervida y pelada antes del consumo, basada en 100 gramos de producto

Fuente: Prokop y Albert, 2008.

Según Lisinska y Leszczynski (1989) citado por Melian (2010) la papa posee un alto contenido de agua 63,20 % al 86,80%, el almidón es su mayor componente y comprende $\frac{3}{4}$ partes de la materia seca; cada componente depende del genotipo y de su interacción con el medioambiente, dándole al tubérculo características que determinan su calidad, valor tecnológico y nutritivo.

Tabla 3-1: Contenido promedio de los principales constituyentes del tubérculo de papa

Componente	Promedio (%)	Rango (%)
Agua	77,5	63,2 – 86,9
Sólidos totales	22,5	13,1 – 36,8
Proteínas (N total *6,25)	2,0	0,7 – 4,6
Materia grada	0,1	0,02 – 0,96
Carbohidratos totales	19,4	13,3 – 30,53
Almidón	17,5	8,0 – 29,4
Azúcares reductores	0,3	0,05 – 8,0
Fibra cruda	0,6	0,17 – 3,48
Ceniza	1,0	0,4 – 1,9

Fuente: Melian, 2010.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 4-1: Componentes de la materia seca de los tubérculos de papa

Componente	Porcentaje (%)
Almidón	75,30
Azúcares totales	2,10
Fibra cruda	2,32
Proteína cruda	7,94
Lípidos	0,50
Cenizas	4,41

Fuente: Melian, 2010.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

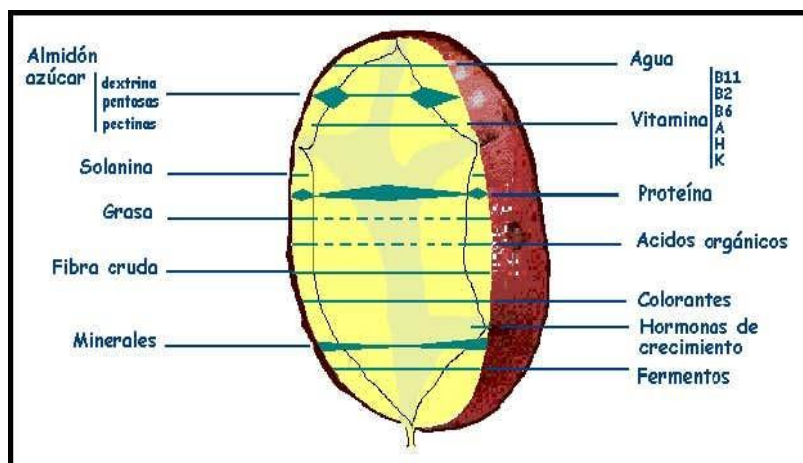


Figura 2-1: Distribución de los principales componentes de la papa

Fuente: Melian, 2010.

1.2.1.3. Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo en el Ecuador.

- Zona norte: se cultivan preferentemente variedades de papa de piel clara y carne crema.
- Zona centro: en esta zona los agricultores prefieren variedades de papa que poseen piel rosada y carne amarilla.
- Zona sur: la región sur de preferencia cultiva variedades de piel clara, carne mixta entre amarillo y crema y una forma esférica.
- Todas las variedades de las tres zonas buscan variedades con alto contenido de materia seca. (Torres et al., 2011, p.1).

Tabla 5-1: Variedades de papa sembradas por zonas de cultivo

Zona de cultivo	Variedad
Norte: Provincia de Carchi	<ul style="list-style-type: none"> - Chola - Superchola - Gabriela - Esperanza - María - Fri papa 99 - ICA-Capiro - Margarita - Ormus - Yema de Huevo (Chauchas)
Centro: Provincias de Pichincha, Cotopaxi,	<ul style="list-style-type: none"> - Chola

Zona de cultivo	Variedad
Tungurahua, Bolívar y Chimborazo	<ul style="list-style-type: none"> - Uvilla - Santa Catalina - Esperanza - Gabriela - María - Margarita - Rosita - Santa Isabel - Superchola - Yema de Huevo - Fripapa - Cecilia
Sur: Provincias de Cañar, Azuay y Loja	<ul style="list-style-type: none"> - Uvilla - Bolona - Santa Catalina - Esperanza - Soledad Cañari - Gabriela

Fuente: Pumisacho, 2002.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

1.2.1.4. Tipo de papa adecuada para obtener vodka

La papa Cecilia tiene un contenido de almidón significativo, sin embargo, existe miles de desechos como la cáscara y otros desechos sin valor industrial, gracias al contenido de almidón, puede ser procesada industrialmente para obtener etanol tanto para consumo humano como para la producción de combustibles y etanol, además, un estudio realizado en New Brunswick (Canadá), mencionó que para la producción de 4 a 5 millones de litros de etanol aproximadamente, se requiere una producción de 44 mil toneladas de desechos industriales de la papa, como capacidad de transformación del residuo (El Telégrafo, 2011, p.1).

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2008), determinó a través de estudios que las papas nativas, es decir, las que poseen la pulpa amarilla como lo es la papa Cecilia posee una importante cantidad de antioxidantes que combaten a los radicales libres considerados letales en el organismo del ser humano los mismos que son causantes de muchas enfermedades como, por ejemplo: cáncer, presión alta y colesterol.

El tubérculo posee altos contenidos de hierro, zinc y potasio que ayudan a combatir la anemia, además de tener un alto contenido de vitamina C, tiene un porcentaje de agua del 80%, por lo tanto, el resto pertenece a nutrientes, carbohidratos, fibra, proteínas, minerales y azúcares, una nota importante es que la papa es libre de grasa y no tiene colesterol, entonces, la fibra de las papas es recomendable para una buena digestión especialmente de las papas de pulpa amarilla como lo es la papa Cecilia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2008, p.1).

1.2.1.5. Papa Cecilia

Es una variedad de papa mejorada (INIAP-Cecilia) debido a que resultó del cruzamiento entre la variedad alemana Vertifolia (*S. tuberosum*) con la variedad andina Jabonilla (*S. andigena*) (Albornoz et al., 2011, p.1). Se considera como mejorada, debido a que se ha realizado un proceso de selección genética que ha mejorado las condiciones de la especie original, dando como resultado un potencial mayor respecto al rendimiento de la papa, mayor resistencia ante enfermedades y mejora sus características culinarias (Torres et al., 2011). Los usos de este tipo de papa son variados, por ejemplo: se utiliza en la gastronomía para realizar tortillas y sopas, además se utiliza a nivel industrial en el procesamiento de hojuelas. El tamaño de su tubérculo es mediano, su pulpa y piel es amarilla y clara como se observa en la siguiente figura (Centro Internacional de la Papa, 2017, p.1).



Figura 3-1: Tubérculos de INIAP-Cecilia

Fuente: Centro Internacional de la Papa, 2017.

Tabla 6-1: Principales características de la papa Cecilia cultivada en Ecuador

Variedad	Papa Cecilia
Características	
Origen genético	<i>Vertifolia x Jabonilla</i>
Subespecie	<i>vertifolium x andigena</i>
Zonas recomendadas y altitud	Centro (Cotopaxi), 2.600 a 3.200 m.s.n.m.

Variedad	Papa Cecilia
Características	
Follaje	Desarrollo algo lento, más tarde cubre bien el terreno; de tallos fuertes.
Tubérculos	Tamaño medio de forma oval-alargada, un tanto aplanada en sus caras superior e inferior; piel blanca y cremosa y lisa; pulpa blanca cremosa; con ojos superficiales.
Maduración a 3.000 m de altitud	Semi-temprana (150 días).
Rendimiento potencial	30 t/ha
Reacción a enfermedades	Altamente susceptible a lanchar (<i>Phytophthora infestans</i>), roya (<i>Puccinia pittieriana</i>), virus y nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).
Usos	Consumo en fresco: platos caseros (sopas y tortillas), bastante harinosa, de color puro y sabor neutro. Consumo para procesamiento (papas fritas en hojuelas o chips).
Características morfológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas erectas de tallos verdes con manchas moradas. - Follaje de desarrollo lento al inicio, más tarde cubre bien el terreno. - Hojas diseccionadas, 3 folíolos laterales, 2 pares de interhojuelas entre folíolos laterales, un par de interhojuelas sobre peciolulos. - Flores blancas, escasas de tipo abierto. - Tubérculos con un período de reposo de 70 días.

Variedad	Papa Cecilia
Características	
Características agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas erectas de tallos verdes con manchas moradas. - Follaje de desarrollo lento al inicio, más tarde cubre bien el terreno. - Hojas diseccionadas, 3 foliolos laterales, 2 pares de interhojuelas entre foliolos laterales, un par de interhojuelas sobre peciolulos. - Flores blancas, escasas de tipo abierto. - Tubérculos con un período de reposo de 70 días.
Características de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Materia seca: 20.34% - Gravedad específica: 1.078.

Fuente: Pumisacho y Sherwood, 2017.

Realizado por: Geomayra, Erazo, 2020.

1.2.2. Almidón de papa

El almidón de papa según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2008) es un polvo fino y sin sabor, con una textura agradable y su viscosidad es mayor que algunos almidones como, por ejemplo: de trigo o de maíz, además, a partir de esta sustancia se puede obtener productos industrializados, como, por ejemplo: para hacer espesas las salsas y los cocidos, y como aglutinante en las harinas para pastel, las masas, las galletas y el helado. En la región de Europa oriental y países pertenecientes a la península escandinava, las papas son utilizadas para la obtención de bebidas alcohólicas como vodka y aguardiente, que se obtienen a través de la fermentación y destilación de los azúcares provenientes del almidón de papa luego de aplicar tratamientos térmicos.

Moreno (2003) en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2008), indica que el contenido de fructosa, azúcares reductores y glucosa varían desde trazas hasta el 10% del peso seco de la papa. Estos componentes pueden variar las características de color, olor y sabor de la papa en productos elaborados, esto se da cuando los contenidos de azúcares reductores se encuentran en valores elevados; por lo que este tipo de azúcares no deben sobrepasar el rango de

entre el 0,25% a 0,5% (Lisinska y Leszczynski, citado en Melian 2010, p.67). Cabe destacar que el almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas (por debajo de los 4° C) induce a aumentar los azúcares.

1.2.2.1. Mecanismos de obtención del almidón de papa

- **Método por vía húmeda**

Consiste en extraer el almidón de la papa residual mediante: lavado, corte, triturado, sedimentado, decantado, secado, pulverizado, tamizado y almacenado. Al obtener la materia prima en este caso la papa, se lava con agua y jabón con el objetivo de eliminar impurezas de la papa, luego se corta en cubos uniformes aproximadamente d 8 x 2 cm, se añade agua en relación papas y cantidad de agua 1:5, se licua en una licuadora industrial o en un procesador de alimentos obteniendo así un jugo de la papa en el cual se encuentra el almidón. El jugo obtenido se traspasa a un recipiente de 20 litros cubriéndolo con una manta, dejándolo sedimentar durante 30 minutos o también se puede dejar días enteros hasta observar que el agua se haya separado completamente de la parte líquida. Finalmente se extrae la parte líquida y el almidón que quedó al fondo del recipiente se lo coloca en cubas de aluminio para introducir las en la estufa durante 4 horas a una temperatura de 50 grados centígrados, se obtiene un producto seco el cual es necesario reducir aún más su tamaño con la ayuda de tamices para posteriormente almacenarlo en bolsas herméticas a temperatura ambiente (Villalobos, López, y Rodríguez, 2014, p.33).

Según la autora Parra (2019) el porcentaje de rendimiento del almidón extraído en la zanahoria blanca por vía seca es de 6,7% y camote 11,3% y en cambio por vía húmeda el porcentaje de rendimiento del almidón extraído de zanahoria blanca es de 10,6% y para el camote 14,8%, esto comparándolo con el tubérculo que se va a utilizar en el proyecto de investigación presente, es decir, la papa Cecilia, se opta por el método por vía húmeda por antecedentes bibliográficos en relación rendimiento del método.

- **Método por vía seca**

Villalobos et al. (2014) menciona que, para obtener el almidón de tubérculos debe: lavar, pelar y pesar, luego se debe rayar cada uno de los tubérculos para liberar los gránulos de almidón. Se realiza un pre deshidratado a una temperatura de 45 °C hasta eliminar un 45% de humedad. Por otro lado, se realiza una pre molienda, la cual consiste en moler el producto húmedo en un molino de bolas con el fin de facilitar la separación de los granos de almidón, este procedimiento se realiza por 10 min. Luego se realiza un secado al producto a 60 °C hasta obtener pesos constantes,

finalmente se realiza molienda y tamizado hasta una luz de malla de 106 μm para separar la fibra del almidón, y se almacena el producto en envases herméticos a temperatura ambiente.

1.2.2.2. Estructura del almidón

La estructura química del almidón es una mezcla de amilosa y amilopectina, polisacáridos lineales y ramificados, estos se agrupan en gránulos cristalizados parcialmente. El contenido de estos polisacáridos variará de acuerdo al origen del almidón, un buen almidón contendrá entre el 97% al 99% de amilosa y amilopectina (Galliard, citado en Melian, 2010, p.1).

- Amilosa: es una molécula de almidón lineal que se conforma por anillos de glucosa unidas entre sí; la amilosa no presenta ramificaciones (Amilosa y amilopectina, 2008, p.5).

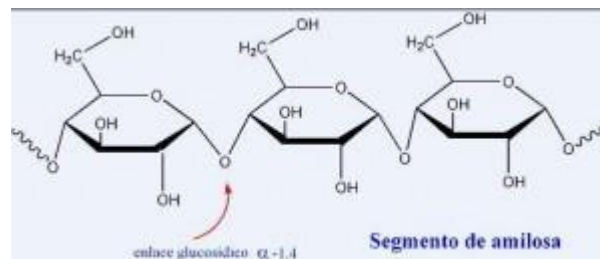


Figura 4-1: Segmento de amilosa

Fuente: Amilosa y amilopectina, 2008.

- Amilopectina: es una molécula de almidón que se caracteriza por poseer ramificaciones, conformada por anillos de glucosas (Amilosa y Amilopectina, 2008, p.43).

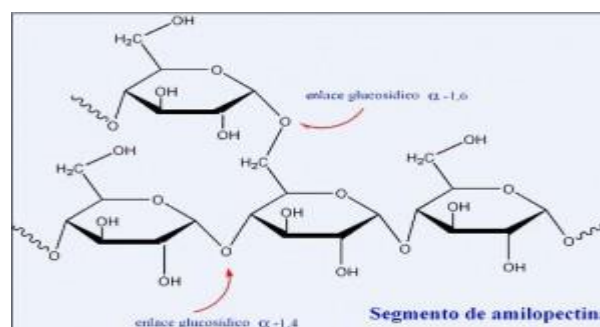


Figura 5-1: Segmento de amilopectina

Fuente: Amilosa y amilopectina, 2008.

1.2.2.3. Propiedades funcionales de los almidones

Las propiedades del almidón de papa en la industria alimentaria se vuelven importante debido a sus condiciones: bajas temperaturas de gelatinización, resistencia a las enzimas que producen su

degradación, no dispone de tendencia a retrogradarse, posee un bajo contenido de grasas y proteínas residuales, con un contenido menor al 0,5% de gránulos, posee una alta viscosidad y posee una capacidad para mezclarse con agua; todas estas características se deben a la estructura del almidón (Solarte et al., 2019, p.1).

El contenido de amilosa o el tratamiento con ácido de almidón ayudan a conformar geles firmes y de una manera rápida; adicionalmente, el alto contenido de amilosa ayuda a la resistencia a la cocción debido a su estructura de cristales. Al mantener la temperatura de cocción elevadas, el almidón tiende a hincharse; en caso de que la temperatura sea moderada, no existe aumento de su viscosidad. La utilidad de los almidones con contenido alto de amilosa se puede visualizar en la fabricación de películas comestibles que se puede encontrar, por ejemplo, en el recubrimiento de medicamentos (Solarte et al., 2019, p.17).

Tabla 7-1: Propiedades funcionales del almidón

Temperatura	Pasos	Fenómenos	Estructura
20-50/60 °C	Porción	Absorción de agua	Cristalina
50 / 60 °C 50 / 60-80 °C 80-100 °C	Gelatinización	Temperatura de gelatinización perdida de cruce de birrefringencia, hinchamiento de los granos, dispersión y solubilización.	Coloidal
100-60 °C	Gelificación	Reorganización molecular	Gel
60-20 °C	Retrogradación	Recristalización del almidón	Cristalina de la estructura inicial

Fuente: Velastegui y Pozo, 2008.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

1.2.3. Levaduras

Son microorganismos del universo de los hongos, los cuales, se utilizan como complementos biológicos en la elaboración de determinados alimentos que permiten la elaboración de estos, como el vino, la cerveza, la sidra, etc. La levadura es responsable de la fermentación alcohólica,

a partir de azúcares, y en condiciones hipóxicas, las levaduras producen alcohol, dióxido de carbono y aromas. Este proceso bioquímico es fundamental para la producción de alimentos que son consumidos a diario por miles de personas como, por ejemplo: vino, pan, cerveza, entre otros (Lovferments, 2020, p.12).

1.2.3.1. Tipos de levaduras

Respecto a los diferentes tipos de levaduras presentes en la naturaleza que contienen azúcares simples, se puede mencionar a los frutos en su savia que es derramada en los árboles o se puede observar en los alrededores de los árboles. Las levaduras que son más representativas corresponden al género *Saccharomyces*, las cuales se emplean en la elaboración del pan y de la cerveza (Sánchez et al., 2017, p.23).

Esta última, cultivada desde tiempo ancestrales, es el principal organismo utilizado en la elaboración de cerveza y alcoholes. Durante la fermentación alcohólica, la levadura utiliza el oxígeno de los azúcares, expulsa gas carbónico y gracias a ello se obtiene alcohol en la solución (Sánchez et al., 2017, p.35).

La levadura que se va a utilizar en la presente investigación se llama Turbo Yeast, la cual, es la más vendida a nivel mundial, con un rendimiento excelente en la mayoría de las condiciones. Es rápido, capaz de fermentar 13.2 lbs de azúcar en 36 horas, además, puede alcanzar el 18% ABV donde se utilizan 17.6 lbs de azúcar y tiene una excelente tolerancia a la temperatura. Classic se ha mejorado aún más con la inclusión de nuevos absorbentes minerales, mejorando aún más la calidad del destilado. (Still spirits, 2017).



Figura 6-1: Levadura Classic 8 Turbo Yeast

Fuente: Still spirits, 2017.

1.2.4. *Malta*

Se deriva de cereales, que gracias a su transformación y a una serie de procesos: germinado del grano, secado y horneado del grano se consigue este producto “malteado”, los cereales principales de los cuales se obtiene la malta son: arroz, centeno, trigo, cebada, entre otros, además es considerado como el principal ingrediente en la cerveza (Cocinista, 2015, p.11). La presente investigación se va a llevar a cabo con la utilización de la malta de cebada Extra Pale Ale, como su nombre indica, es una malta extra pálida o extra clara, puede llegar a tener niveles de color realmente bajos (Cocinista, 2015, p.24).



Figura 7-1: Malta de cebada Extra Pale Ale

Fuente: Cocinista, 2015.

1.2.5. *Bebidas alcohólicas*

Es una bebida que está compuesta principalmente por etanol ya sea en forma natural o adherida por procesos unitarios, donde su concentración debe ser igual o superior al 1 por ciento de su volumen y que tiene diferente concentración dependiendo de su proceso de elaboración (Gobierno de la Rioja, 2015). El etanol se produce mediante la reacción global, que es la siguiente (Benavides y Pozo, 2008, p.22):

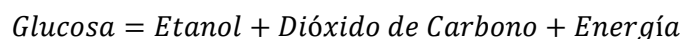


Tabla 8-1: Producción de etanol partiendo de diferentes materias primas

Materia prima	Alcohol (litros) por 100 kg de materia prima
Patatas	11.5 – 12
Arroz	3.8
Remolacha	4.8 – 10.2
Vinos	8.15

Moras	5
Melaza	28.5

Fuente: Benavides y Pozo, 2008.

Realizado por: Geomayra, Erazo, 2022.

1.2.5.1. Congéneres

De acuerdo con Servicio Ecuatoriano de Normalización (2015) son sustancias volátiles diferentes al etanol y metanol que se forman en el proceso de fermentación y añejamiento de las bebidas alcohólicas. También se denominan impurezas o sustancias volátiles. Dentro de los congéneres se consideran: ácidos orgánicos, aldehídos, furfural, ésteres y alcoholes superiores. El equipo que se utiliza para determinar la presencia y las cantidades de los congéneres es el cromatógrafo de gases.

1.2.5.2. Clasificación de las bebidas alcohólicas

- Las bebidas alcohólicas fermentadas:

Son bebidas hechas a base de frutas o de cereales, modificados por acción de microorganismos vivos llamadas levaduras hace que estas frutas o cereales se conviertan en alcohol. Algunos ejemplos de estas bebidas son: el vino, la cerveza y la sidra (INEN, 2015).

- Las bebidas alcohólicas destiladas

Estas bebidas a diferencia de las fermentadas tienen una etapa llamada destilación, la cual, sucede luego de la fermentación del mosto, durante este proceso se puede tener la presencia de algunos aditivos u otras sustancias volátiles como los productos de cola y cabeza que se dan durante la destilación (INEN, 2015).

Entre las bebidas más conocidas se encuentran:

- El coñac o brandy: bebida que se obtiene derivado de los destilados del vino criados en vasijas de roble.
- La ginebra: se obtiene de la de la destilación de bayas de enebro y otros cereales posteriormente a su maceración.
- El whisky: resulta de la mezcla y procesamiento de cereales, tales como cebada, maíz y centeno.
- El ron: es producto de la destilación de la melaza fermentada de remolacha o caña de azúcar.

- El vodka: bebida que se puede obtener de la fermentación de varios cereales, por lo general del centeno; sin embargo, se puede obtener de la papa (INEN, 2015).

1.2.6. El vodka

De acuerdo con la norma INEN 369 es una bebida alcohólica obtenida a partir de la fermentación de papas, cereales, ambos u otros productos vegetales, que después de la destilación, redestilación, rectificación o sometido a un tratamiento tecnológico adecuado quede sin carácter, aroma o gusto distintivo. Los grados alcohólicos del Vodka se encuentran entre 40% y 70%, esto depende de la pureza y calidad de este producto, al igual depende de las veces que éste ha sido destilado (Valeriano, 2021, p.10).

Esta bebida es conocida como un tipo de bebida alcohólica neutra que no posee características distintivas como carácter, aroma o sabor; generalmente, es un licor que no se añeja y puede obtenerse a partir de granos, azúcares, frutas y papas al fermentarse (Vodka Industria. 2017, p.12).

1.2.6.1. Historia del vodka

Toda la historia se remonta en el siglo 19 en Moscú en el gobierno de “Iván IV el terrible”, cuando se descubrió que se podría extraer alcohol a partir del trigo y del centeno, se comenzó a producir vodka ya que era mucho más barato que los licores ya antes mencionados. Actualmente, la razón agua/alcohol del vodka se lo debe a Dimitri Mendeléiev, quien desarrollo la tabla periódica de elementos, el cual propuso que el vodka tiene una relación de 40° agua/alcohol. De acuerdo a Mendeléiev, la proporción exacta es de 45,88% de alcohol y 54,21% de agua en 951 gramos de vodka y un litro de la bebida (Vodka Industria. 2017, p.9).

Según Valeriano (2021), la palabra Vodka surge del ruso “Voda” o agua en castellano. En Polonia, el término vodka era utilizado para nombrada a cualquier bebida destilada blanca. En la edad media, inició su popularización, con fines medicinales y proveniente de papas. De acuerdo a expertos, su uso común en países como en Rusia fue como remedio para las bajas temperaturas.



Figura 8-1: Historia del vodka

Fuente: Vodka Industria, 2011.

1.2.6.2. Producción de vodka en el Ecuador

El Universo (2014) menciona que la cerveza es el tipo de alcohol que más se consume en América Latina (53 %); seguida de un 32,6 % de licores como el whisky y/o vodka, y un 11,7% de vino. En la Revista Líderes (2012), indica que en noviembre del 2010, Santiago Jaramillo creó una marca nacional de vodka en Ecuador, con el nombre de Vodka Slava, producido en Ibarra, su planta de producción y envasado de licores está a cerca del lago Yahuarcocha y da empleo a unas 100 personas.

Hace 12 años llegó al Ecuador Krzys, un polaco con saberes familiar sobre elaboración de vodka, que desde hace un año inició con dos tipos de vodka, uno elaborado a base de papa y centeno y otro de mora, el polaco afirma que se actualmente se encuentra investigando las combinaciones que pueden hacerse con la diversidad que hay en el país: cerca de 500 tipos de papa, su planta productora d vodka se encuentra ubicada en Pifo, en Quito-Ecuador, además, su producto es hecho a mano en alambiques de cobre (Diario La Hora, 2016, p.4).

Por otro lado, Russkaya, es un vodka ecuatoriano, de 40 grados alcohólicos, de 3 destilaciones en alambique de cobre de melaza de caña de azúcar, con doble filtrado con carbón activado y arena, y con agua añadida refinada. Está fabricado desde el año 2009 por Destilerías Unidas y se presenta en botellas de 500 y 750 ml, de cristal esmerilado (Vodka russkaya, 2011, p.7).

- En la Actualidad

Hoy en día, el vodka es una bebida de reconocimiento mundial, siendo el de mayor graduación alcohólica el vodka polaco, el cual puede contener hasta el 80% de alcohol. Antiguamente se elaboraba de papas, cereales, remolacha y melaza; actualmente, se lo fabrica de productos que son capaces de fermentar, tales como cereales y uvas. Posterior a su aparición y comercialización

a gran escala, se ha generado gran variedad y combinación de colores, sabores y aromas en el vodka, siendo el más popular de ellos el vodka Zubrówka, un licor clásico de color amarillento y verdoso, característico de la especie vegetal utilizada en su producción (Valeriano, 2021, p.12).



Figura 9-1: Vodka polaco marca Zubrowka

Fuente: Madrueño, 2017.

1.2.6.3. Tipos de vodka

EL vodka goza de gran popularidad y prestigio en los países escandinavos, siendo la sueca Absolut, la finlandesa Finlandia y la ucraniana Nemiroff, las marcas prestigiosas para muchos degustadores del vodka. A continuación, se detallan los vodkas más importantes, sus peculiaridades y su origen. Los principales se elaboran en: Polonia, Rusia, Finlandia, Suecia, Estados Unidos, Hungría, España, Francia, Inglaterra, etc (Ulrich, 2019, p.5).

Tabla 9-1: Características más importantes del tipo de vodka que se produce según el lugar

Lugar de producción de vodka	Características
España	Es e vodka más destacado que se elabora en España es Blat, producido en las Islas Canarias, su contenido de alcohol es de 40 °GL y se presumen 0% de impurezas.
Rusia	El vodka más vendido del mundo es el Smirnoff. Es un vodka de grano de triple destilación, filtrado con carbón y tiene una larga trayectoria ya que su producción inició en 1864.
Polonia	La destilería polaca Debowa produce y distribuye y vodka premium, el mismo que, es considerado el mejor vodka en la actualidad.

	Tiene 40 °GL y su rotulación es en forma de proyectil ya que fue producida en épocas de la Segunda Guerra mundial.
Finlandia	Produce vodkas finos, neutros y hechos con 1 solo grano de alta gama. Su vodka es producido en la destilería llamada Altia en Llmajoki.
Suecia	Aquí se produce el vodka Absolut, el cual, es a base de trigo y su producción inició en 1879.

Fuente: Ulrich, 2019.

Realizado por: Geomayra, Erazo, 2022.

1.2.6.4. Beneficios que brinda el vodka en la actualidad

A inicios del siglo 19 el Vodka no fue inventado exclusivamente para fiestas, reuniones familiares o de amigos, sino que, fue utilizado principalmente como medicina, por lo tanto, a continuación, se mencionan algunos de estos beneficios medicinales (Castellanos, 2018, p.3):

- *Propiedades desinfectantes*

Debido a que ésta bebida no posee olor y alto grado alcohólico, es bueno para desinfectarse las manos y muchas veces limpiar hasta la casa y desinfectar heridas debido a que es antiséptico y combate a las toxinas. El vodka gracias a sus cualidades antisépticas ayuda en la prevención de infecciones como, por ejemplo, la mordedura animal.

- *Cualidades Anestésicas*

El vodka se ha utilizado muy famoso en el folklore ruso para curar prácticamente todas las enfermedades que van desde un leve dolor de cabeza a una condición de resfriado común hasta una resaca. Es utilizado, además, en mezcla de hierbas medicinales para ser consumido a través de vía oral o como anestésico tópico.

- *Alivia el estrés*

Se ha podido comprobar que, al beber una copa pequeña de vodka, se puede disminuir los efectos de nerviosismo e incluso se puede mencionar que es más efectivo que el vino respecto al alivio del estrés.

- *Es bueno para el corazón*

El vodka ayuda al flujo sanguíneo, por tanto, beber vodka regularmente ayuda a prevenir problemas del corazón, como, por ejemplo: embolias, infartos etc. Además, es combatiente en la reducción del colesterol en la sangre.

- *Funciona como serum para la piel*

Antes de usarlo en la piel se debe diluir al vodka con suficiente agua, con el fin de que funcione como un astringente natural en la piel, ya que, gracias a sus propiedades desinfectantes remueve los poros y ayuda a la reducción del acné. Cabe recalcar que al hacer uso de este producto en la piel se debe hacer primero una pequeña prueba de sensibilidad para corroborar alguna alergia producida por el producto en la piel.

- *Alivia la artritis*

De acuerdo a reportes de investigaciones realizadas en Estados Unidos, se obtuvo que el vodka ayuda a los pacientes que padecen artritis reumatoide a aminorar sus dolores e inflamación de sus articulaciones.

- *Reduce el riesgo de diabetes*

El vodka reduce los niveles de glucosa en sangre.

1.2.6.5. Requisitos del vodka para que sea apto para el consumo humano

La norma NTE INEN 369:2013 establece que los requerimientos del vodka son los siguientes:

- El vodka debe presentar un aspecto transparente e incoloro.
- No se permite la adición de edulcorantes, colorantes, ni saborizantes.

- El agua utilizada para hidratar el producto hasta los niveles establecidos debe ser desionizada, apta para el consumo humano.

Tabla 1.20-1: Requisitos del vodka

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Grado alcohólico vodka a 20° C	% v/v	37,5	-	NTE INEN 340
Acidez total, como ácido acético	mg/100cm ³ (*)	-	1,0	NTE INEN 340 o 2014
Ésteres, como acetato de etilo	mg/100cm ³ (*)	-	1,3	NTE INEN 340 o 2014
Aldehídos, como etanal	mg/100cm ³ (*)	-	0,2	NTE INEN 340 o 2014
Furfural	mg/100cm ³ (*)	-	0,0	NTE INEN 340 o 2014
Alcoholes superiores	mg/100cm ³ (*)	-	0,7	NTE INEN 340 o 2014
Metanol	mg/100cm ³ (*)	-	1,5	NTE INEN 340 o 2014
Tiempo de permanganato	Minutos	30	-	NTE INEN 1546
Congéneres	mg/100cm ³ (*)	-	3,2	
<ul style="list-style-type: none"> - El volumen de 100 cm³ corresponde al alcohol anhidro; 1 cm³ = 1 mL. - NOTA: Los alcoholes superiores comprenden: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico. 				

Fuente: INEN, 2016.

Realizado por: Geomayra, Erazo, 2022.

1.2.6.6. Requisitos físicos y químicos para el vodka

Según La norma NTE INEN 369:2016 establece que los requerimientos físicos y químicos del vodka son los siguientes:

Tabla 1.21-2: Requisitos físicos y químicos para el vodka

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	37,5	-	NTE INEN 340
Metanol	mg/100cm ³ (*)	-	1,5	NTE INEN 2014
Furfural	mg/100cm ³ (*)	--	0,0	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores	mg/100cm ³ (*)		0,7	NTE INEN 2014
- El volumen de 100 cm ³ corresponde al alcohol absoluto - Alcoholes superiores comprenden: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico				

Fuente: INEN, 2016.

Realizado por: Geomayra, Erazo, 2022.

1.2.7. Descripción del proceso de obtención de vodka

1.2.7.1. Obtención del almidón

- Lavado: Se lavan las papas para eliminar las partes sucias o maltratadas.
- Molienda: Las papas previamente lavadas se trasladan a una licuadora industrial, para triturarlas para reducir su tamaño.
- Extracción: Se les agrega agua a las papas trituradas y son colocados en tinas de decantamiento.
- Decantamiento: En dichos recipientes se dispone el almidón y permanece en reposo, lo que permite que el mismo se decante en el fondo; una vez descendido en el almidón, el agua es retirada de los recipientes.
- Secado: El almidón extraído de las tinas de decantamiento debe ser secado en hornos industriales donde el aire recircule a toda la bandeja para así garantizar que se elimine el agua totalmente.
- Molienda: Finalmente el almidón seco es colocado en un molino, el cual lo convierte en un polvo suave, listo para utilizarse (Chávez, 2011, p.32).

1.2.7.2. Hidrólisis del almidón

La hidrólisis enzimática del almidón es el paso inicial para obtener los azúcares que se utilizan en la fermentación, consiste en romper las moléculas de almidón hasta obtener glucosa, utilizando enzimas o cereales (Monsalve et al., citado en Morales y Molina, 2015: p.23). La hidrólisis se produce utilizando dos enzimas, la α -amilasa y luego una amiloglucosidasa (AMG). La glucosa obtenida es el sustrato en la etapa posterior de fermentación (Castaño et al., citado en Morales y Molina, 2015: p.10). La hidrólisis enzimática del almidón posee tres etapas sucesivas:

- Gelatinización: sucede cuando el almidón es calentado con exceso de agua ya que se produce una difusión del agua dentro del gránulo de almidón, una hidratación e hinchazón del almidón, la pérdida de birrefringencia y la pérdida del orden de región cristalina del almidón.
- Licuefacción o dextrinización: En esta etapa se produce la licuefacción del almidón gelatinizado, gracias a este almidón transformado se obtiene una disminución rápida de la viscosidad por la hidrólisis parcial de los almidones por medio de enzimas amilasas. Durante esta etapa se producen dextrinas y maltosa, polisacáridos de intermedia longitud.
- Sacarificación: Al tener disponibles los polisacáridos de longitud intermedia se produce la sacarificación, en la cual se completa la hidrólisis total del almidón a glucosa (Valeriano, 2021, p.8).

1.2.7.3. Fermentación alcohólica

Es un proceso de tipo anaeróbico, en el cual actúan las levaduras o a su vez algunas clases de bacterias, los cuales, son los encargados de realizar cambios químicos en las sustancias orgánicas. La fermentación alcohólica tiene como objetivo dar energía a los microorganismos unicelulares en un proceso biológico en ausencia de oxígeno, mismos que obtienen la energía suficiente para no morir durante el proceso y por lo tanto producir alcohol y gas (Vázquez, 2007, p.9). Las Condiciones necesarias para que se produzca una fermentación alcohólica eficientes son los siguientes:

- Concentración de azúcares: En esta fase ocurre el crecimiento exponencial de las levaduras, a partir de 10 grados Brix de concentración de azúcares es beneficiosa, si estos valores son muy altos las levaduras no podrán finalizar el proceso de biodegradarse a etanol y CO₂ (Betancourt, 2001, p.2).
- pH: Este parámetro es de mucha importancia porque de este valor depende que la muestra contenga o no bacterias o microorganismos no deseados en el proceso fermentativo, un pH de 4,5 a 5 es considerado como óptimo porque es lo suficientemente bajo para prohibir el crecimiento bacteriano (Gonzales, citado en Pari, 2013, p.3).

- Temperatura: Una alta temperatura podría provocar la inactivación de las levaduras (Hidalgo, 2002). Mientras más alto sea la temperatura dentro de un rango de 13 °C a 35 °C mayor será la velocidad de fermentación (Gonzales, citado en Pari, 2013, p.6).

1.2.7.4. Destilación

Es un proceso industrial utilizado para obtener perfumes, aceites esenciales y alcoholes de gran grado alcohólico, el mismo que, consiste en separar los componentes de un líquido, es decir, los elementos más volátiles serán los primeros en evaporarse mediante la aplicación de calor y condensación. Además, mediante la destilación eliminamos impurezas de distintos tipos que podrían producir sabores y olores desagradables (Supercamarero, 2013, p.2). A continuación, se menciona los dos tipos de destilación utilizados en la presente investigación.

- Destilación simple

Según López et al. (2020), consiste en calentar la mezcla y producir vapores, los cuales, pasarán por una columna de destilación simple, para luego condensarse y dirigirse finalmente al balón de recolección, a pesar de que este tipo de destilación no es muy eficiente debido a que no se puede lograr una separación completa de los componentes es muy utilizada como paso inicial para obtener alcohol.

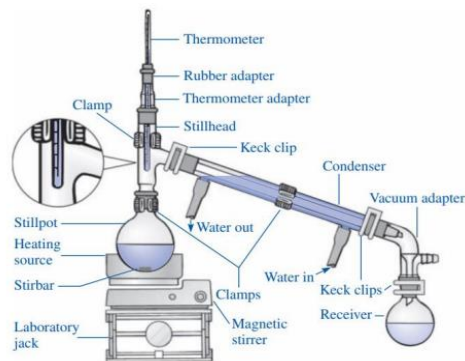


Figura 1.20-1: Montaje destilación simple

Fuente: Gilbert y Martin, 2016.

- Destilación con un Rotavapor

Consiste en evaporar las sustancias, por medio del principio de destilación, para luego llevarlas a condensación y lograr separar unos componentes de otros, unas de las ventajas de utilizar éste equipo en la destilación es que la temperatura y la presión son controladas, en donde, la presión

atmosférica mediante la aplicación de una bomba de vacío permite que los solventes sean separados del soluto y destilados en el tubo de condensación a baja temperatura y recolectados en el matraz colector (Rotavapor, 2020, p.4). El equipo consta de tres unidades: unidad de movimiento (de rotación y elevación), el equipo de destilación (vidrio), y unidad de calefacción (baño maría), como se puede observar en la figura a continuación (Rotavapor, 2020, p.10):



Figura 1.21-2: Equipo de rotavapor

Fuente: Rotavapor, 2020.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Hipótesis y variables

2.1.1. *Hipótesis*

- La extracción del almidón de la papa Cecilia por la vía húmeda permitirá obtener un rendimiento mayor al 12%.
- La cantidad de grados alcohólicos, congéneres y acidez total permitirá escoger el mejor tratamiento para la obtención de vodka.
- Con la determinación del mejor tratamiento se evaluará los parámetros de calidad para producción de vodka según la normativa NTE INEN 369.

2.2. Identificación de Variables

2.2.1. *Variable Independiente*

- Cantidad de levadura

2.2.2. *Variables Dependientes*

- Cantidad de congéneres
- Porcentaje de alcohol

2.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1-2: Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	RANGO	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
Dependientes	Cantidad de congéneres	Sustancias volátiles diferentes al etanol y metanol que se forman en el proceso de fermentación y añejamiento de las bebidas alcohólicas. Dentro de los congéneres se consideran: ácidos orgánicos, aldehídos, furfural, ésteres y alcoholes superiores.	Mg/100 cm ³	Máximo de 3,2 mg/100 cm ³ Metanol (1,5 a 300) mg/100 ml AA Alcoholes superiores (1,0 a 300) mg/100 ml AA Furfural (1,0 a 300) mg/100 ml AA	Técnicas de Análisis: NTE INEN 2014:2015 Bebidas alcohólicas. Determinación de productos congéneres por cromatografía de gases. Cromatógrafo de gases.
	Porcentaje de alcohol	Es el volumen de alcohol etílico expresado en centímetros cúbicos contenidos en 100 cm ³ de	Grados Gay-Lussac	Mínimo 37,5 Grados Gay-Lussac	Técnicas de Análisis: NTE INEN 340. Bebidas alcohólicas. Determinación del

		bebida alcohólica, a una temperatura determinada.			contenido de alcohol etílico. Método del alcoholímetro de vidrio.
Independiente	Cantidad de levadura.	Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada, en forma de micelio verdadero o falso.	Gr	1 gr – 2 gr por litro	Balanza digital

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

2.4. Matriz de Consistencia

Tabla 2-1: Matriz de consistencia

ASPECTOS GENERALES				
PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL		HIPÓTESIS GENERAL
<p>En la ciudad de Riobamba no existe empresas que manejen una producción de vodka adecuada y profesional, que otorgue un producto de calidad; es por ello que la empresa Primicia dedicada a la producción de vino tinto de uva ha decidido implementar una nueva línea de producción basado en el Vodka, cuyo objetivo es aportar un producto de calidad, logrando una penetración en el mercado con un producto premium y además obteniendo un posicionamiento como marca local, para luego llevar una parte de Riobamba a todo el Ecuador y, posteriormente, una parte de Ecuador a todo el mundo.</p>		<p>Evaluar a la Papa Cecilia como materia prima para la obtención de vodka en la empresa Primicia de la ciudad de Riobamba.</p>		<p>A partir de la papa Cecilia se obtendrá vodka para la empresa Primicia.</p>
ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<p>Se desconoce el rendimiento de la papa Cecilia (INIAP-Cecilia) en bibliografía.</p>	<p>Calcular el rendimiento de la papa Cecilia (<i>Solanum tuberosum</i>), en la extracción de su almidón por vía húmeda.</p>	<p>La extracción del almidón de la papa Cecilia por la vía húmeda permitirá obtener un rendimiento mayor al 12%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de papa • Temperatura de secado • Tiempo de sedimentación 	<p>- NTE INEN 1456:1986. Reactivos para análisis. Almidón soluble (para yodometría). Métodos de ensayo.</p> <p>- Extracción del almidón de papa por el Método por la vía húmeda</p> <p>- Fórmula del cálculo del rendimiento del proceso de obtención de almidón de papa.</p>
<p>Al ser un nuevo estudio de investigación es necesario saber si el empleo de</p>	<p>Analizar el comportamiento de todos los tratamientos en la etapa de la fermentación para definir la mejor formulación de acuerdo a los grados alcohólicos,</p>	<p>La cantidad de grados alcohólicos, congéneres, acidez total y rendimiento del vodka obtenido permitirá escoger el mejor tratamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de congéneres. • Grados alcohólico. • Rendimiento del vodka. 	<p>- NTE INEN 369: 2013 Bebidas alcohólicas vodka.</p> <p>- Análisis físico-químicos (grado alcohólico).</p>

<p>la levadura Turbo Yeast (Fast Fermenting Classic 8) y la malta de cebada (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) influyen en los grados alcohólicos, la cantidad de congéneres, acidez total y rendimiento del vodka obtenido.</p>	<p>congéneres, acidez total y rendimiento del vodka obtenido.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Acidez total. 	
<p>Las características fisicoquímicas y organolépticas influyen en la calidad del producto</p>	<p>Realizar la caracterización físico química y organoléptica en la producción de vodka al mejor tratamiento según la normativa NTE INEN 369, para garantizar su calidad.</p>	<p>Con la determinación del mejor tratamiento se evaluará los parámetros de calidad para producción de vodka según la normativa NTE INEN 369.</p>	<p>- pH, acidez total, grado alcohólico, congéneres y rendimiento. - olor, aroma, color, textura y sabor.</p>	<p>- Espectrofotómetro infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) para determinar la presencia de Etanol en una muestra de vodka. Técnicas de análisis:</p>

<p>obtenido de manera significativa ya que si no cumplen con la norma NTE INEN 369 no puede ser consumido.</p>				<p>- NTE INEN 369: 2013 Bebidas alcohólicas vodka.</p> <p>- NTE INEN ISO 11037: 2011, IDT. Análisis sensorial. Guía general para la evaluación sensorial del color de los productos.</p> <p>- NTE INEN ISO 13301. Análisis sensorial. Metodología. Guía general para la medición del olor, de la sensación olfato-gustativa y del gusto mediante el procedimiento de elección forzosa de una entre tres alternativas.</p>
--	--	--	--	---

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

2.5. Tipo y Diseño de Investigación

2.5.1. Tipo de Investigación

2.5.1.1. Experimental

El proyecto en cuestión es de tipo experimental debido a que se extrajo el almidón de la papa y se utilizó en una serie de procesos, tales como: Gelatinización, hidrólisis, fermentación y destilación, donde se manipularon ciertas variables con el fin de obtener datos de las muestras analizadas en los laboratorios de la ESPOCH y así poder establecer el mejor tratamiento en relación costo-rendimiento para aceptar o rechazar las hipótesis formuladas en el proyecto.

2.5.1.2. Descriptiva

Se trata de un estudio descriptivo ya que describe la relación entre las variables y sus efectos, en este caso los efectos de las variables en la fermentación de la papa Cecilia con relación a la levadura y la malta de cebada para la obtención de vodka, por lo tanto, también se describirán los procesos para la obtención de vodka, los cuales pueden describirse rápidamente a continuación: Obtención de la materia prima, selección de la materia prima, lavado, pelado, licuado, filtrado, obtención del almidón, cocción, adición de la levadura, fermentación, destilación, maceración, filtrado del macerado.

2.5.1.3. Inductivo

En el proyecto se utiliza una investigación de tipo inductivo, ya que, utiliza premisas particulares para llegar a una conclusión general, se analizará diferentes alternativas para cada una de las operaciones unitarias requeridas en el proceso de obtención, determinando las más eficientes para la evaluación de un proceso óptimo y rentable de obtención.

2.5.1.4. Deductivo

En el estudio será necesario utilizar principios generales para llegar a una conclusión específica, esto hace necesaria una revisión bibliográfica referente a operaciones de destilado, rectificado y filtrado necesarias en el proceso de obtención de Vodka, lo cual permitirá generar juicios de valor a partir de la experimentación y los resultados obtenidos durante la investigación.

2.5.2. *Diseño de la investigación*

La investigación presente está estructurada con un diseño experimental de tipo comparativo simple, que de acuerdo en (72), consiste en la realización de experimentos distintos en los cuales la muestra se contrasta por sus efectos medios sobre una variable respuesta, además, permite determinar cuál de todos los tratamientos es mejor en algún sentido. Primero se debe seleccionar la materia prima de acuerdo a NTE INEN 1516:2013, la misma que expresa que las papas deben ser clasificadas por su tamaño y defectos, en esta investigación se desarrollará únicamente con papas de primera categoría, es decir, solo serán aceptadas las papas que tengan un diámetro de 65 mm en adelante, para luego evaluar los daños y defectos de las mismas, para así, proceder a seleccionarlas de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma mencionada anteriormente. Inmediatamente, se extrae el almidón, se gelatiniza dicho almidón para luego añadirle la levadura y la malta de cebada previamente activada, se fermenta la mezcla, se destila y finalmente se filtra. Para tener cumplimiento de todo el proceso mencionado anteriormente se planteó realizar 3 experimentos (tratamientos o formulaciones), mismos que fueron realizados por triplicado, con el fin de obtener la confiabilidad de datos en cada tratamiento.

En el diseño de esta investigación se tendrá los siguientes códigos:

- T1: tratamiento 1
- T1R1: Repetición 1 del tratamiento 1
- T1R2: Repetición 2 del tratamiento 1
- T1R3: Repetición 3 del tratamiento 1
- T2: tratamiento 2
- T2R1: Repetición 1 del tratamiento 2
- T2R2: Repetición 2 del tratamiento 2
- T2R3: Repetición 3 del tratamiento 2
- T3: tratamiento 3
- T3R1: Repetición 1 del tratamiento 3
- T3R2: Repetición 2 del tratamiento 3
- T3R3: Repetición 3 del tratamiento 3

Las variables de diseño fueron: 1 nivel alto, 1 nivel medio y 1 nivel alto para la variable independiente:

(A) Cantidad de levadura

De todos los tratamientos incluídas las 3 repeticiones con los 3 niveles de la variable independiente se obtiene 9 experimentos, donde la proporción almidón y malta se mantienen constantes para todos los tratamientos, únicamente se variará la cantidad de agua utilizada para la gelatinización del almidón y para la activación de la malta, además, también variará la cantidad de levadura en cada tratamiento, por otro lado, las variables de respuesta para cada experimento son la cantidad de congéneres y el grado alcohólico. Es importante aclarar que el diseño experimental para esta investigación no se trata de una combinación de parámetros, sino que, simplemente se varía la variable independiente en cada tratamiento. A continuación, se detalla el diseño experimental planteado en esta investigación:

Tabla 3-2: Diseño experimental de la investigación

Tratamientos	Repeticiones en cada tratamiento	PARÁMETROS	RESPUESTA
		A	
		NIVELES	
T1	T1R1	Alto	-Cantidad de congéneres -Porcentaje de alcohol
	T1R2	Alto	
	T1R3	Alto	
T2	T2R1	Medio	
	T2R2	Medio	
	T2R3	Medio	
T3	T3R1	Bajo	
	T3R2	Bajo	
	T3R3	Bajo	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2021.

Con el almidón obtenido se procede a obtener vodka en cada experimento, para lo cual, se toma como base dos metodologías empleadas en investigaciones previas en las cuales se obtuvieron buenos resultados. La primera metodología se realiza por vía enzimática a partir de tres variedades de papa los cuales se sometieron a diferentes procesos, como la extracción del almidón, mismos que se utilizaron para obtener vodka con la ayuda de dos tipos de enzimas: Enzima Termamyl 120 L y Enzima Fungamyl 800 L; los cuales ayudaron a obtener buenos resultados. La segunda metodología se basa en dos partes principales: la preparación del mosto y la destilación del mismo a partir del almidón de una mezcla de tubérculos: zanahoria blanca y la yuca utilizando la enzima GAMMADEX CAL (glucoamilasas).

Los datos obtenidos serán de acuerdo a las 2 variables dependientes y 1 variable independiente planteadas en la investigación, habrá 3 tratamientos, que difieren entre si respecto a la cantidad de levadura en cada tratamiento para obtener vodka, los cuales generarán 2 resultados en cada tratamiento, debido a que se plantearon dos variables respuesta, por consiguiente, se obtendrán 6 resultados en total debido a que se calculará un promedio entre los resultados de cada repetición en cada tratamiento; mismos que estarán en función de la cantidad de congéneres y porcentaje de alcohol. El diseño experimental comparativo simple va a ayudar para averiguar si son los tratamientos son diferentes o si son similares con el fin de verificar si la variable independiente influye o no en las variables independientes estudiadas en el proceso de obtención de Vodka a partir del almidón de la papa Cecilia.

2.6. Unidad de Análisis

La unidad de análisis de esta investigación es la papa Cecilia (materia prima), el almidón que se consigue extrayendo de la materia prima y el producto final (vodka) preparado a partir del almidón extraído después de las etapas de cocción, adición de la levadura, fermentación y destilación. La cantidad levadura se varía de acuerdo a cada tratamiento, 5 gr, 4 gr y 3 gr respectivamente. En la unidad de análisis del vodka se le determina sus características; la cantidad de congéneres se determinan con la ayuda de un equipo llamado cromatógrafo de gases, el grado alcohólico utilizando el método del alcoholímetro, la presencia de los grupos OH (etanol) se determinan con el equipo espectrofotómetro infrarrojo y las características físico químicas como pH, grado alcohólico y acidez, se determina mediante análisis en laboratorios, por último, las características organolépticas (aroma, color, textura y sabor) por degustación y comparación de sus características con un vodka comercial.

2.7. Población de Estudio

La población de estudio para esta investigación estará conformada por la variedad de papa Cecilia procedentes del mercado Mayorista de la ciudad de Riobamba, materia prima para la experimentación de la producción del vodka y la comparación con un vodka comercial.

2.8. Tamaño de Muestra

Con la finalidad de conseguir un producto final de calidad, se llevó a cabo 3 experimentos con repeticiones por triplicado, en donde, se fue variando la cantidad de levadura, por lo tanto, se obtendrá

6 unidades experimentales y 9 resultados, debido a que existen dos variables de respuesta, también existirá una unidad a escala piloto como se describe en (74). La muestra se toma de cuerdo a la cantidad requerida.

Para el tamaño de la muestra se utilizó 1200 gramos de papa Cecilia en cada uno de los tratamientos y repeticiones, sin ser sometidas a ningún tratamiento previo.

Para la extracción del almidón se utilizó 1000 gramos de papas Cecilia pre tratadas (seleccionadas, lavas y peladas) para cada experimento con sus respectivas repeticiones.

En cada tratamiento se utilizó 200 gramos de almidón y 200 gramos de malta, con una cantidad de levadura alta, media y baja para el T1, T2 y T3 respectivamente.

2.9. Selección de muestra

Para esta investigación se realiza mediante un muestreo por conveniencia, según Puente (2018) citado en Meléndrez (2019) donde el investigador selecciona la materia prima considerando un tamaño uniforme y que presenten una buena calidad, es decir, que no presente hoyuelos, manchas y que sean frescas para asegurar la calidad del vodka.

La muestra que se va a comprobar es de tipo no probabilística debido a que se extraerá una cantidad desconocida de almidón y por ende vodka, por lo cual, la selección de la muestra se basa en el juicio personal del investigador, teniendo en cuenta que las cantidades de la muestra deben ser suficientes para los análisis respectivos en la caracterización del producto final.

La levadura Turbo Yeast que se va a utilizar en el proceso de obtención de vodka es entregada por parte de la empresa Primicia, debido a la seguridad y al interés de analizar el comportamiento de dicha levadura en el producto final obtenido, dicha levadura, contiene carbón líquido activo, con la que se conseguirá una fermentación muy clara, además, es perfecta para la posterior destilación y elaboración de licores y/o aguardientes.

2.10. Técnicas de recolección de datos

En el presente estudio los datos son obtenidos de manera experimental mediante el uso de reactivos, materiales y equipos de laboratorio, los mismos que serán de mucha importancia al momento de realizar los análisis y comparaciones respectivos con otras bibliografías semejantes al tema de estudio. A continuación, se detalla las metodologías utilizadas en el proceso:

2.10.1. Extracción del almidón

La extracción del almidón se realiza por vía húmeda, se obtienen 9 experimentos en total (incluida las 3 repeticiones por experimento), con la misma cantidad de papa Cecilia en todos los experimentos y repeticiones, los mismos que se utilizarán en el proceso de obtención de vodka.

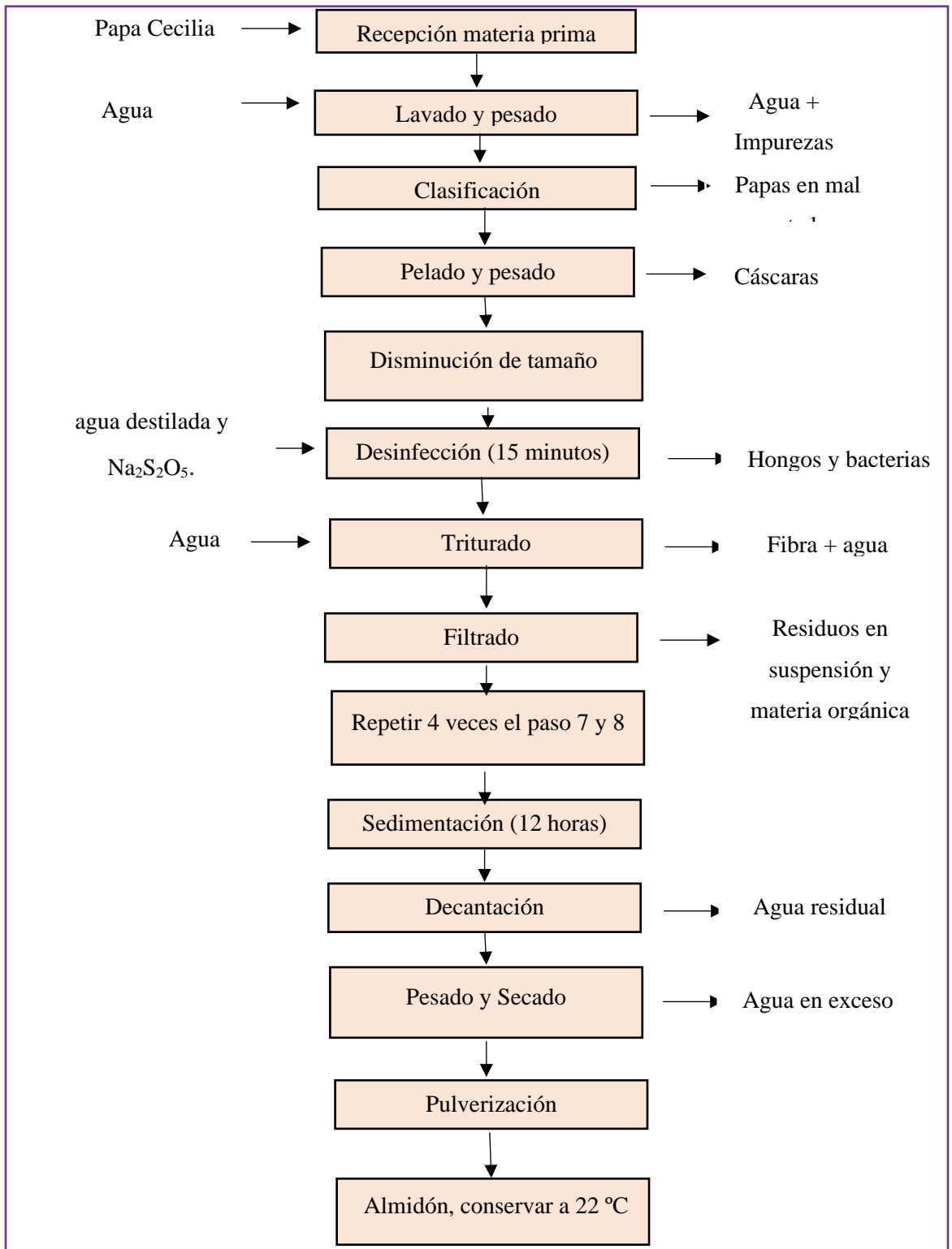


Gráfico 0-1: Diagrama de flujo para la extracción de almidón de papa Cecilia

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 4-1: Proceso de extracción de almidón por vía húmeda a partir de papa Cecilia

Materiales y equipos		Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Licuadora industrial • Cuchillos • Balanza • Probetas • Espátula • Vidrio de reloj • Cronómetro • Recipiente de vidrio • Guantes de nitrilo 	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes de plástico • Tela filtrante • Secador de bandejas eléctrico tipo armario • Papel aluminio • Guantes aislantes • Fundas ziploc • Mortero y pistilo 	<ul style="list-style-type: none"> • Papa Cecilia • Metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) • Agua de botellón • Agua destilada
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Se receipta la materia prima, es decir, la papa Cecilia y se selecciona las papas buenas de las malas, se rechaza aquellas que posean algún agujero negro o en su corteza tenga muchas imperfecciones en la cáscara, se lava y pesa para posteriormente cortarlas manualmente en pequeños trozos y pesarlas nuevamente para obtener la cantidad de cáscara residual obtenida y la cantidad específica de papa a usarse. • Se procede a desinfectar los trozos de papa con una solución al 0,5% de agua destilada y metabisulfito de sodio por aproximadamente 15 minutos con el fin de eliminar hongos y bacterias contenidas en la materia prima. • Licuar la materia prima cortada en finos cortes por un lapso de tiempo de 5 minutos junto con agua de botellón, se agrega 1 litro de agua por cada 0,5 Kg de materia prima. 		

- Una vez licuado la materia prima se filtra utilizando tela filtrante para café utilizando guantes para evitar contaminar la muestra.
- Se repite por cuatro veces los dos pasos anteriores con el bagazo sobrante en cada filtración en el mismo orden, con el fin de no perder almidón, el cual, suele quedarse en la fibra de la papa desechada luego de la filtración.
- Dejar reposar durante 12 horas para que se forme el almidón al fondo del recipiente. Luego del tiempo establecido se retira el agua del recipiente, si se torna difícil sacar el agua del fondo del recipiente se debe utilizar una jeringuilla para asegurarse que no quede agua en exceso dentro del recipiente.
- Luego de eliminar toda el agua del recipiente y obtener la parte sólida (almidón humedecido), se pesa y se disponen de forma homogénea en un secador de bandejas a una temperatura 60 °C por un periodo de 12 horas. Cada 40 minutos se debe tomar el peso de la muestra, debido a que si este peso comienza a ser contante será un indicativo de que el almidón está completamente seco y listo para sacarse del secador.
- Triturar el almidón seco hasta obtener una granulometría de 106 μm , pesar y almacenar el almidón en fundas ziploc.
- Evaluar el rendimiento de la extracción de almidón a partir de la papa Cecilia, mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Pi}{Pf} \times 100$$

Donde:

Pi: Peso inicial de la papa Cecilia

Pf: Peso del almidón obtenido

Fuente: Parra, 2019.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

2.10.2. Obtención del vodka

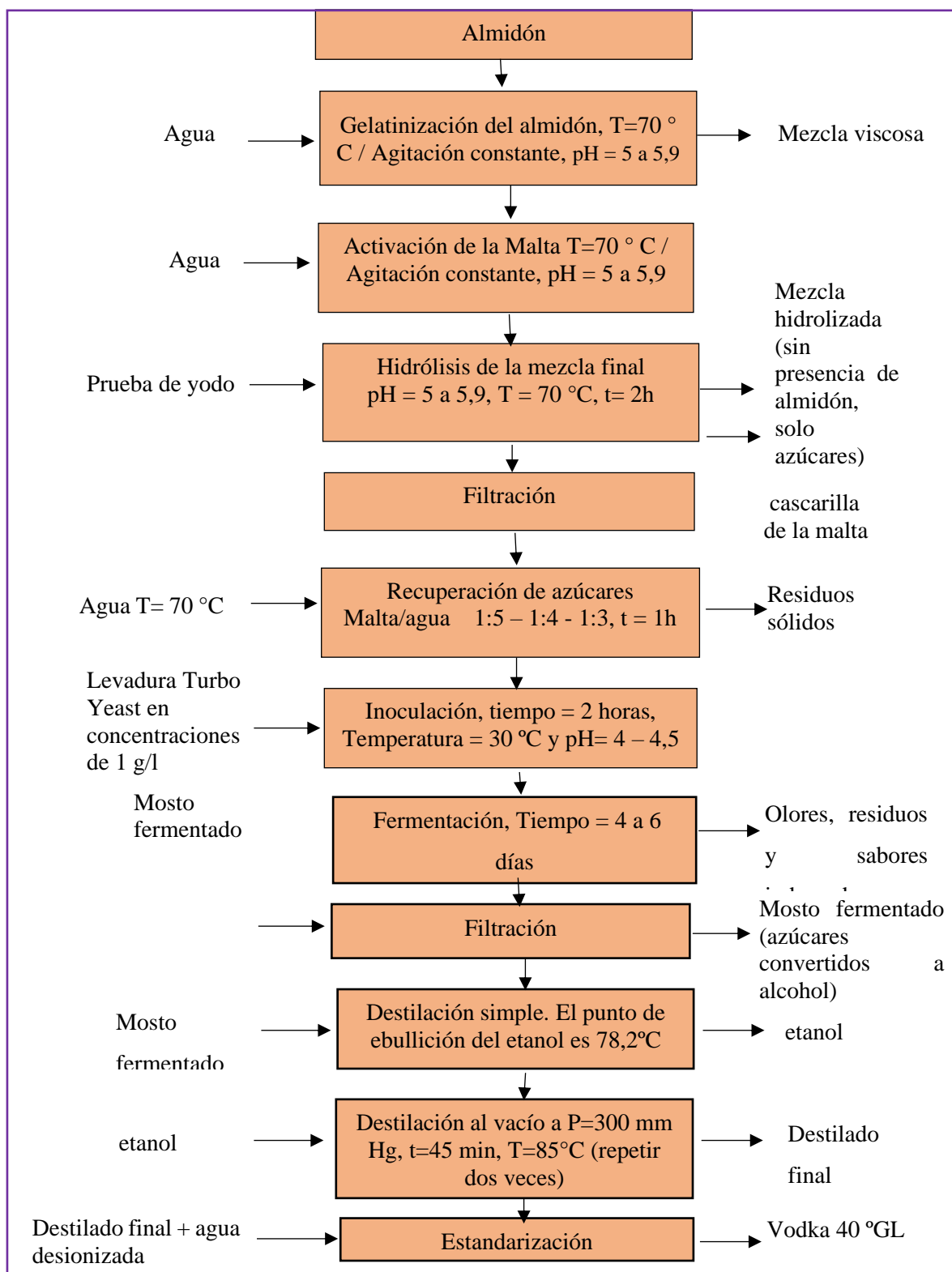


Gráfico 0-2: Diagrama de flujo para la obtención de vodka a partir de papa Cecilia

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 5-2: Proceso de obtención de vodka a partir de papa Cecilia

Materiales y equipos		Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Almidón de papa Cecilia • Vasos de precipitación • Recipientes • Tela filtrante • Refractómetro • Densímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • PH metro • Balanza digital • Molino manual • Agitador • Termómetro • Rota vapor • Ollas 	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de Yodo (Lugol) • Ácido cítrico (C₆H₈O₇) • Sorbato de potasio (C₆H₇KO₂) • Agua • Levadura turbo Yeast • Malta de cebada Extra Pale Ale
Procedimiento		
<ul style="list-style-type: none"> • Se coloca 1000 gramos de almidón de papa Cecilia, la relación almidón/agua de acuerdo con los 3 tipos de tratamientos planteados (cada uno por triplicado) deberán ser los siguientes: 1:5 (T1); 1:4 (T2); 1:3 (T3), inmediatamente se calienta la mezcla almidón-agua a una temperatura no mayor de 70 °C agitando constantemente hasta homogenizar la mezcla, una característica de esta mezcla es que es de una textura viscosa (Hanna Instrumets, 2017). Cabe mencionar que el agua utilizada para hidratar el producto hasta los niveles establecidos, debe ser desionizada, apta para el consumo humano según la norma INEN NTE 369. • Moler la malta y activarla con agua en relación 1:5 (T1); 1:4 (T2); 1:3 (T3), calentar la mezcla malta-agua a un T =70 °C agitando constantemente, luego, el almidón gelatinizado en el paso anterior se mezcla con la mezcla malta-agua. Cabe recalcar que ambas mezclas antes de ser juntarlas deben estar previamente ajustadas a un pH de 5 a 5,9 y a una T=70 °C (Con la ayuda de ácido cítrico al 0,04% o hidróxido de sodio), debido a que este pH ayudará al rendimiento de las levaduras y también a que no se reproduzcan bacterias innecesarias en el proceso (Carmona, (2008) en Palacios et al. (2020)). • Calentar y mantener a la mezcla durante 2 horas a una temperatura no mayor a 70 °C, (arropar a la olla para poder mantener la temperatura, se puede utilizar el baño María o envolver en papel aluminio al recipiente) (Hanna Instrumets, 2017). 		

- Pasado de las 2 horas se debe realizar la prueba de almidón (azul: aún hay almidón; marrón: ya no hay almidón), en el caso que la muestra se torne azul dejar un tiempo extra hasta que llegue a las condiciones establecidas y no exista presencia de almidón para finalmente filtrar la mezcla.
- Recuperar los azúcares, colocando agua hervida (a 70 °C y mantenerla durante 1 hora) a la parte sólida (resultado de la primera filtración de las dos mezclas de almidón y malta) igualmente en relaciones 1:5 (T1); 1:4 (T2); 1:3 (T3), se deja enfriar a temperatura ambiente y se filtra, a continuación, se repite este paso mínimo dos veces con el fin de no perder azúcares presentes en la malta.
- Hervir el líquido filtrado anteriormente (a 100 °C por 1 hora) con el fin de eliminar el DMS (sulfuro de dimetilo), el cual, es el encargado de producir humos tóxicos incluyendo óxidos de azufre, además esto sirve para que se concentre aún más el mosto y para esterilizarlo 100%. (Naranjo & Navarrete, 2015).
- Para la inoculación de la levadura, se recoge 100 ml del mosto previamente ajustado a un pH en el rango de 4 - 4,5 en un vaso de precipitación, se agrega la levadura turbo Yeast (1 g/litro), el mosto recogido debe estar a una temperatura de 35 °C, por último, dejar reposar durante dos horas para inocular la muestra extraída (Jijón, 2018).
- Oxigenar el mosto a fermentar transvasando de un recipiente a otro y repetir las veces que sean necesarias, esto se debe hacer lo más rápido posible y dejar reposar a una temperatura ambiente por unos minutos.
- Dejar fermentar el mosto en un bidón grande de plástico forrado de papel aluminio y tapado con un lienzo a 22 °C aproximadamente (Jijón, 2018). Observar la separación de la parte líquida y la parte sólida (clarificación del mosto) tomando los datos de ° Brix y pH (datos iniciales de la fermentación) diariamente hasta que dichos datos se mantengan constantes (Naranjo & Navarrete, 2015) .
- Durante la fermentación debe haber una disminución de los grados Brix, si la diferencia entre el brix inicial con el brix final es muy pequeño, quiere decir que el desdoblamiento se realizó con eficiencia o que la mayoría de azúcares se convirtieron en alcohol, diariamente se debe recoger los siguientes datos: °Brix y pH los cuales ayudarán a predecir el grado alcohólico que se logrará obtener, así como también cuantificar los azúcares desdoblados durante la fermentación en cada muestra.
- Luego de que el pH y grados Brix se mantenga constantes, filtrar el mosto con la ayuda de una tela filtrante para quitar impurezas y olores obtenidas durante el proceso de la fermentación.

- Para la primera destilación, utilizando un equipo de destilación simple descrita en la norma (Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN, 2016), se recoge el cuerpo, es decir, el etanol, a una temperatura de 78,2 °C para llevarlo a la siguiente destilación tanto el destilado como el residuo que queda en el matraz de destilación.
- Se procede a la segunda y tercera destilación con el fin de obtener un alto grado alcohólico, las cuales, consisten en utilizar un equipo de destilación con rota vapor (marca: Biobase y modelo: RE100-Pro); ahí se coloca el líquido (mosto filtrado), este equipo permite obtener destilaciones de una sola etapa. Este método afirma que la evaporación y condensación de disolventes utilizando un matraz de evaporación rotativo bajo vacío permite incrementar el rendimiento del producto a obtener, las dos últimas destilaciones se realizan a 300 mmHg por aproximadamente 45 minutos a 85 °C (Guerrero & Yépez, 2018).
- Todo el procedimiento descrito anteriormente se lo repite 3 veces para cada tratamiento, (1000 g de almidón de papa Cecilia y 1000 g malta de cebada Extra pale ale).
- Obtener el rendimiento en ml del vodka obtenido en cada tratamiento, utilizando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{ml del vodka obtenido}}{\text{ml mosto fermentando}} * 100$$

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

2.10.2.1. Evaluación fisicoquímica del vodka

- Contenido alcohólico

La determinación del grado alcohólico en el producto final (vodka) es determinada partiendo de métodos y procedimientos según la NTE INEN 340, la cual, especifica la manera la evaluación del grado alcohólico y además explica cómo debe llevarse a cabo la destilación simple de una bebida alcohólica, a continuación, se detalla el procedimiento de evaluación del grado alcohólico según la norma ya antes mencionada:

Tabla 6-2: Método para determinar el contenido alcohólico de una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Alcoholímetro de vidrio volumétrico, división desde 0,1 %, calibrado a 20 °C.• Termómetro calibrado.• Probeta de 500 cm³	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada• Muestra de vodka
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none">• Lavar la probeta varias veces con la muestra destilada a fin de que el vidrio tome la misma temperatura.• Llenar la probeta con la muestra destilada hasta unos 5 cm por debajo de su borde.• Leer la temperatura de la muestra destilada (debe estar a 22 °C), con el termómetro calibrado.• Lavar y secar bien el alcoholímetro de vidrio volumétrico ya que cualquier cuerpo extraño fijado en la superficie podría variar la masa del alcoholímetro alterando los valores de lectura, y colocar en la probeta.• Dejar que el alcoholímetro de vidrio volumétrico se estabilice y flote libremente sin presentar adherencia con las paredes y leer el valor indicado en el vástago que coincida con la línea de flotación. Para la lectura debe considerarse la base del menisco.	

Fuente: INEN, 2016.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

- *Contenido de congéneres*

La determinación de congéneres en el producto final (vodka) se determina siguiendo métodos y procedimientos según la norma NTE INEN 340, misma que describe el método para determinar el contenido de productos congéneres, utilizando un cromatógrafo de gases. El procedimiento que se describe en la norma se detalla a continuación:

Tabla 7-2: Método para determinar el contenido de congéneres en una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica, con sensibilidad de 0,1 mg. • Alcoholímetro centesimal de Gay Lussac o densímetro digital. • Cromatógrafo de gases, con programador de temperatura, equipado con un detector de ionización de llama (FID) y un integrador u otro sistema de tratamiento de datos capaz de medir las áreas de los picos. • Columna capilar del cromatógrafo de gases compuesta por 6 % de cianopropil- fenil y 94 % de dimetil polixilosano de 60 m x 0,25 mm de diámetro interno (d.i.), con una película de 1,40 µm de espesor. La columna debe ser capaz de separar los analitos de forma que la resolución mínima entre los distintos componentes sea de 0,8 (excepto el 2- 	<ul style="list-style-type: none"> • El agua que se utilizará será de grado analítico y debe cumplir con la NTE INEN-ISO 3696. • Los reactivos deben ser de calidad cromatográfica, es decir, de una pureza superior al 97 %. El acetaldehído deberá almacenarse protegido de la luz a una temperatura inferior a 5 °C; los demás reactivos podrán almacenarse a temperatura ambiente. Todas las soluciones deberán almacenarse refrigeradas. • Solución de etanol al 40 % (fracción de volumen) Para preparar esta solución colocar 400 mL de etanol absoluto o de alcohol etílico extra neutro libre de congéneres en un matraz de 1000 mL y enrasar con agua destilada de grado analítico hasta llegar al volumen del matraz y mezclar bien. • Solución patrón inicial A: Para preparar esta solución pipetear 1 mL de los componentes citados a continuación en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 60 mL de solución de etanol, para reducir al máximo la evaporación de los componentes, enrasar con solución de etanol y mezclar cuidadosamente. Medir la masa del matraz vacío y después de la adición de cada componente citado en la tabla 1, así como la masa final total. • NOTA. Es preferible añadir el acetaldehído en último lugar para reducir al máximo la pérdida de estas sustancias por evaporación. • Los componentes necesarios para preparar la solución patrón inicial A son: etanol absoluto (CAS 64-17-5), metanol (CAS 67-56-1), propan-1-ol (CAS 71-23-8), 2-propanol (CAS 67-63-0.), 2-metil, 1-butanol (CAS 137-32-6), 3-metil-1-butanol (CAS 123-51-3), acetato de etilo (CAS 141-78-6), butan-1-ol (CAS 71-36-3), butan-2-ol (CAS 78-92-2), metilpropan-1-ol (CAS 78-83-1), pentan-1-ol (CAS 71-41-0), etanal (CAS 75-07-0), furan-2-carbaldehído (CAS 98-01-1).

<p>metilbutan-1-ol y el 3-metilbutan-1-ol), esto en el caso de que la simple visualización del cromatograma no sea suficiente. NOTA. La resolución alcanzada en un sistema es proporcional al producto de la selectividad, la eficiencia y la capacidad del sistema, que son los tres más importantes parámetros de control en una columna cromatográfica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precolumna desactivada de 1 m por 0,53 mm con conectores. • Balones aforados de 50 mL y 100 mL • Pipetas volumétricas de 10 mL • Microjeringa de 10 uL de capacidad, con aproximación de 0,1 uL • Matraces de 100 mL 	<ul style="list-style-type: none"> • Para preparar la solución B se debe pipetear 10 mL de butan-1-ol u otro patrón interno, en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 80 mL de solución de etanol, enrasar con solución de etanol y mezclar cuidadosamente. Medir la masa del matraz vacío y después de la adición del componente, así como la masa final total. • Para preparar la solución patrón de calidad C se debe pipetear 1 mL de solución patrón A y 1 mL de solución patrón B en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 80 mL de solución de etanol, enrasar con solución de etanol y mezclar cuidadosamente. • La solución patrón D; se mantiene la continuidad analítica y un control efectivo de la calidad, preparar un patrón de calidad utilizando el patrón A ya preparado o de preferencia. Preparar un patrón de control según las indicaciones del patrón A utilizando lotes o marcas de reactivos diferentes. Introducir con una pipeta 1 mL de solución A en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 80 mL de solución de etanol, enrasar con solución de etanol y mezclar cuidadosamente. • Solución patrón E: Para preparar esta solución introducir con una pipeta 10 mL de solución B en un matraz aforado de 100 mL que contenga aproximadamente 80 mL de solución de etanol, enrasar con solución de etanol y mezclar cuidadosamente. • Solución control de patrón de calidad CC: Para preparar esta solución introducir con una pipeta 9 mL de solución patrón D y 1 mL de solución patrón E en un matraz y mezclar cuidadosamente.
<p>Procedimiento</p>	

- Preparación de la muestra: a) Registrar la masa de un matraz adecuado, debidamente tapado. b) Pipetear 9 mL de la muestra y registrar su masa. c) Añadir 1 mL de solución patrón E y registrar su masa. d) Agitar la muestra vigorosamente (realizando por lo menos 20 inversiones). Las muestras deberán almacenarse a una temperatura inferior a 5 °C antes de su análisis para reducir al máximo la pérdida de sustancias volátiles.
- Preparación del blanco: a) Registrar la masa de un matraz adecuado, debidamente tapado. b) Pipetear 9 mL de solución de etanol al 40 % (fracción de volumen) en el matraz y registrar su masa. c) Añadir 1 mL de la solución patrón E y registrar su masa. d) Agitar la solución vigorosamente (realizando por lo menos 20 inversiones) las muestras deberán almacenarse a una temperatura inferior a 5 °C antes de su análisis para reducir al máximo la pérdida de sustancias volátiles.
- Preparación de las soluciones patrones de linealidad: En una serie de balones aforados de 100 mL que contengan aproximadamente 80 mL de etanol al 40 % (fracción de volumen), pipetear; 0,1 mL; 0,5 mL; 1,0 mL y 2,0 mL de solución patrón inicial A y 1 mL de solución patrón interno B, enrasar con solución de etanol al 40 % (fracción de volumen), y mezclar cuidadosamente.
- Condiciones cromatográficas: Para poder realizar la corrida considerar las siguientes condiciones cromatográficas: a) Gas portador: Helio. b) Velocidad de flujo del gas portador: 2,01 mL/min. c) Velocidad de flujo del gas portador después de la corrida: (post run) 3,00 mL/min. d) Temperatura del horno: 45 °C durante 7,73 min; incrementar de 45 °C hasta 100 °C a razón de 7 °C/min; incrementar de 100 °C a 180 °C con rampa a razón de 12 °C/min. e) Temperatura del horno después de la corrida: (post run) 230 °C durante 1 min. f) Inyección: Split, 180°C. Relación de Split 40:1, Flujo de Split 24 mL/min, purga de septa 3 mL/min. g) Detector: FID, Temperatura: 300 °C; Flujo H2: 30 mL/min - 40 mL/min; Flujo aire: 350 mL/min – 400 mL/min; Flujo gas auxiliar (N2): 12 mL/min; Señal: 10 Hz (con compensación de columna).
- NOTA 1. Puede emplearse como gas de arrastre nitrógeno o hidrógeno de grado cromatográfico. La velocidad de flujo debe determinarse en cada caso particular.
- NOTA 2. En el Apéndice Y se puede visualizar un cromatograma usando la columna de 6 % de cianopropil- fenil y 94 % de dimetil polixilosano de 60 m.
- Ensayo preliminar: Inyectar de 1 µL de solución patrón C para comprobar que todos los analitos se separen.

- **Curva de calibración:** Se prepara una curva de calibración, para lo cual se preparan soluciones patrones de linealidad, estas soluciones son utilizadas para comprobar la linealidad de la respuesta del detector de ionización de llama. Para ello: Inyectar de 1 μL de cada uno de las soluciones patrones de linealidad con el fin de comprobar que la respuesta del detector es lineal. A partir de relación de las áreas y concentración de los picos de cada congénere y del patrón interno, dadas por el integrador u otro sistema de tratamiento de datos; calcular para cada inyección el coeficiente de correlación R de cada congénere. Deberá obtenerse una gráfica lineal, con un coeficiente de correlación cercano a 1 (0,99).
- **Determinación:** Inyectar la solución patrón C y dos soluciones patrón CC. Luego inyectar las muestras problema preparadas, inyectando la solución patrón CC cada 10 muestras para garantizar la estabilidad e inyectar un patrón C cada 5 muestras. Medir el área de los picos con la ayuda del integrador del cromatógrafo de gases u otro sistema de tratamiento de datos.

Fuente: INEN, 2015.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

- *Acidez total*

Para este análisis se emplea el método descrito en la NTE INEN 341, según la norma, indica que, la acidez total es la suma de los ácidos valorables obtenidos cuando se lleva la bebida alcohólica a neutralidad, es decir, a un pH de 7 ocurrido por la adición de una solución alcalina. La importancia del método radica en cuantificar la acidez total de una bebida alcohólica destilada, mismo procedimiento que se lleva a cabo por duplicado para mayor consistencia de los datos obtenidos. Cabe recalcar que la norma utilizada en este método menciona que se debe utilizar una solución de 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente valorada, sin embargo, en el procedimiento realizado en esta investigación, se utiliza una solución de hidróxido de sodio estandarizada a 0,0972 N, el cual, no influye en el valor final de acidez total.

Tabla 8-2: Método para determinar la acidez total de una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Matraz Erlenmeyer de 500 cm^3 • Crisol de platino o de porcelana de 50 cm^3 • Baño de vapor • Estufa, con regulador de temperatura • Bureta de 10 cm^3 con graduación de 0,05 cm^3 • Pipeta volumétrica de 25 cm^3 	<ul style="list-style-type: none"> • Solución de 0,0972 N de hidróxido de sodio, debidamente valorada. • Solución indicadora de fenolftaleína, solución alcohólica al 1% • Alcohol neutro • Agua destilada
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none"> • Colocar 250 cm^3 de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz Erlenmeyer de 500 cm^3. • Añadir 25 cm^3 de muestra y 5 gotas de la solución de fenolftaleína. • Proceder a titular utilizando la bureta con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio. • La acidez total en las bebidas alcohólicas destiladas se determina utilizando la siguiente ecuación: $AT = 2,4 \frac{V1}{G}$	

Donde:

AT: Acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidrido

V1: Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos.

G: Grado alcohólico de la muestra.

Fuente: INEN, 1978.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

- *pH*

Para realizar el análisis del pH se usa el potenciómetro, realizando 2 veces el mismo análisis para comprobar los resultados.

Tabla 9-2: Método para determinar el pH de una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Potenciómetro• Vaso de precipitación de 10 ml	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada• Muestra de vodka
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que el equipo esté calibrado para medir el pH en el rango requerido.• Sumergir el electrodo del potenciómetro en agua destilada para eliminar cualquier sustancia extraña que pueda variar el resultado final de la muestra a analizar.• Introducir el electrodo en la muestra de vodka por 30 segundos hasta que el equipo se estabilice y finalmente registrar el valor de pH obtenido.	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

- *Grados Brix*

Por medio del método descrito en la INEN-ISO 2173 (2013), la cual, se fundamenta en la utilización de un refractómetro que permite el paso de la luz de una concentración de solutos en el instrumento a 20 °C se analiza las muestras de vodka de cada tratamiento. El análisis se realiza durante la fermentación ya que es muy importante observar cuando los grados brix se mantienen constantes al igual que el pH para poder destilar el mosto fermentado.

Tabla 10-2: Método para determinar los grados Brix de una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Refractómetro digital• Vaso de precipitación de 100 ml• Papel absorbente	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada• Muestra de vodka
Procedimiento	
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que el refractómetro se encuentre calibrado; para ello, se coloca agua destilada en el punto de muestra del equipo y observar que el valor de grados brix del agua sea correcto.• Limpiar el agua destilada restante e introducir unas gotas de la muestra a analizar.• Esperar a que el equipo se estabilice, observar y registrar el valor arrojado por el equipo.	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

- *Análisis de espectroscopia Infra Rojo*

Este método se basa en identificar sustancias químicas o grupos funcionales en una muestra de vodka por medio de un equipo llamado Espectrofotómetro FTIR por transmisión espectroscópica de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), en el rango espectral comprendido entre 400 y 4 000 cm⁻¹ (BarcelonaTech, 2010).

Tabla 11-2: Método para determinar la cadena de OH- en una muestra de vodka

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Espectrofotómetro FTIR• Algodón• Pipeta Pasteur	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada, incolora, inodora e insípida
Procedimiento	
<ol style="list-style-type: none">1. Encender el equipo.2. Ejecutar el programa Spectra Manager y seleccionar Quick-Star.3. Limpiar con alcohol y algodón la superficie donde se coloca la muestra (ubicada en la parte interior central del equipo).4. Una vez verificada la ausencia de sustancias en el área de muestra realizar el “Background”, para lo cual se debe cerrar la tapa del equipo y presionar el botón STAR ubicado en la parte frontal del mismo.5. Abrir de nuevo la tapa del equipo y realizar el barrido espectral colocando la muestra sobre el cristal del área de muestra, quitar el seguro ubicado en la parte posterior, traer hacia adelante el tornillo de ajuste y ajustarlo hasta que muestre fricción, cerrar la tapa y pulsar STAR.6. Procesar el espectro utilizando el programa Spectra Analysis, corregir las escalas seleccionando y eliminar el CO2.7. Identificar los picos más relevantes presentes en la gráfica.8. Guardar los datos del espectro para su posterior análisis.9. Abrir la tapa del equipo, desajustar el tornillo de ajuste y limpiar con alcohol y algodón el área donde se colocó la muestra.10. Cerrar los programas empleados y apagar el equipo.	

Fuente: BarcelonaTech, 2010.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

2.10.3. Caracterización organoléptica de vodka

La caracterización del vodka fue determinada siguiendo metodologías e instrucciones estándares encontrados en bibliografía confiable y verídica.

Se determina mediante la comparación del producto final obtenido en esta investigación con un vodka comercial basando los resultados obtenidos en la NTE INEN 369, la cual, indica los requisitos que debe tener el vodka, entre ellos se encuentra: debe ser transparente e incoloro, esta evaluación se la

realiza mediante la vista, gusto y olfato, se elige el tratamiento que cumpla con los requisitos establecidos en la norma.

Tabla 10-2: Ensayo de catado de bebidas alcohólicas

Materiales y equipos
<ul style="list-style-type: none">• Vodka obtenido• Vodka Cartago• Copa de vidrio.
Procedimiento
<ul style="list-style-type: none">• Colocar en la copa un volumen de ambas muestras aproximadamente iguales a la tercera parte de su capacidad, luego, tapar con el vidrio de reloj.• Dejar la copa tapada en reposo durante 30 min antes de iniciar la comparación, procurando que la temperatura del medio permanezca constante en valores comprendidos entre 15° C y 25°C, según el tipo de bebida alcohólica.• Proceder a comparar, textura, color, olor y sabor de las dos muestras de vodka, probando con sorbos de igual volumen cada vez (aproximadamente de 4 a 5 cm³), no debiendo permanecer la bebida más de cinco segundos en la boca y prefiriendo no ingerir, para evitar falsas percepciones, después de cada prueba debe enjuagar la boca con agua destilada tibia.

Fuente: INEN, 1978.

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Extracción del almidón

3.1.1. Evaluación del rendimiento de la extracción del almidón de la papa Cecilia

Se evaluaron el rendimiento en cada tratamiento utilizando la fórmula mencionada en la Tabla 2-4:

Tabla 1-3: Resultados del rendimiento del almidón para la obtención de vodka en cada tratamiento

TRATAMIENTOS	CANTIDAD DE PAPA UTILIZADA (gr)	CANTIDAD DE ALMIDÓN OBTENIDO (gr)	RENDIMIENTO DEL ALMIDÓN EN SU EXTRACCIÓN (%)
T1	1200	200	16,67
T2	1200	200	16,67
T3	1200	200	16,67

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

En la Tabla 3-1 se puede observar que la cantidad de papa utilizada en cada tratamiento fue la misma para todos los tratamientos. Según Oña (2020), considera que un rendimiento mayor del 12% es un valor aceptable, teniendo en cuenta que, el volumen del mosto varía debido a la variable independiente (cantidad de levadura), para el tratamiento 1 se agregó 5 gr, para el tratamiento dos 4 gr y finalmente para el tratamiento 3 se añadió 3 gr.

De acuerdo con Zárate et al. (2014), el rendimiento de la extracción del almidón depende de la materia seca y del contenido de almidón del tubérculo, sin embargo, algunos clones de papa promisorios con más contenido de almidón no arrojaron mayor porcentaje de rendimiento, debido a la madurez del tubérculo en el momento de la extracción, puesto que, el almidón inicia el proceso de hidrólisis después de cosechado el tubérculo, por lo tanto, su contenido se reduce gradualmente a medida que el fruto madura y es importante extraer el almidón una vez se cosecha la papa.

3.2. Obtención de vodka

3.2.1. *Influencia de la levadura Turbo Yeast y la malta de cebada extra pale Ale en los grados Brix y pH durante la fermentación*

Los grados Brix fueron medidos los días que duró la fermentación, con el fin de evaluar su variación conjuntamente con el pH, los cuales, serán los que determinen si las muestras están listas para destilarse o si aún necesitan más tiempo de fermentación, es decir, si los grados Brix y pH se mantiene constante durante un tiempo determinado; será un indicador de que los azúcares presentes en el mosto terminaron de biodegradarse a etanol, cabe recalcar que el mosto antes de fermentarse se encontraba ajustado a un pH= 4,5 en todos los tratamientos, además, los datos de ° brix y pH iniciales se tomaron a 20 °C (temperatura ambiente Riobamba), dado que, el mosto fue oxigenado y enfriado hasta llegase a la temperatura ambiente, a continuación de describen los resultados en cada tratamiento:

3.2.1.1. *Tratamiento uno*

Tabla 2-3: Resultados de los grados Brix y °GL de la fermentación del tratamiento uno (T1R1)

Número de Tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T1R1	1	27	4,5
	2	25	4,2
	3	18	4
	4	10	4
	5	9	4
	6	9	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 3-1: Resultados de los grados Brix de la fermentación de tratamiento uno (T1R2)

Número de Tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T1R2	1	27	4,5
	2	24	4,2
	3	17	4,2
	4	11	4
	5	9	4
	6	9	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 4-3: Resultados de los grados Brix y °GL de la fermentación del tratamiento uno (T1R3)

Número de Tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T1R3	1	27	4,5
	2	23	4,3
	3	19	4,2
	4	10	4
	5	9	4
	6	9	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

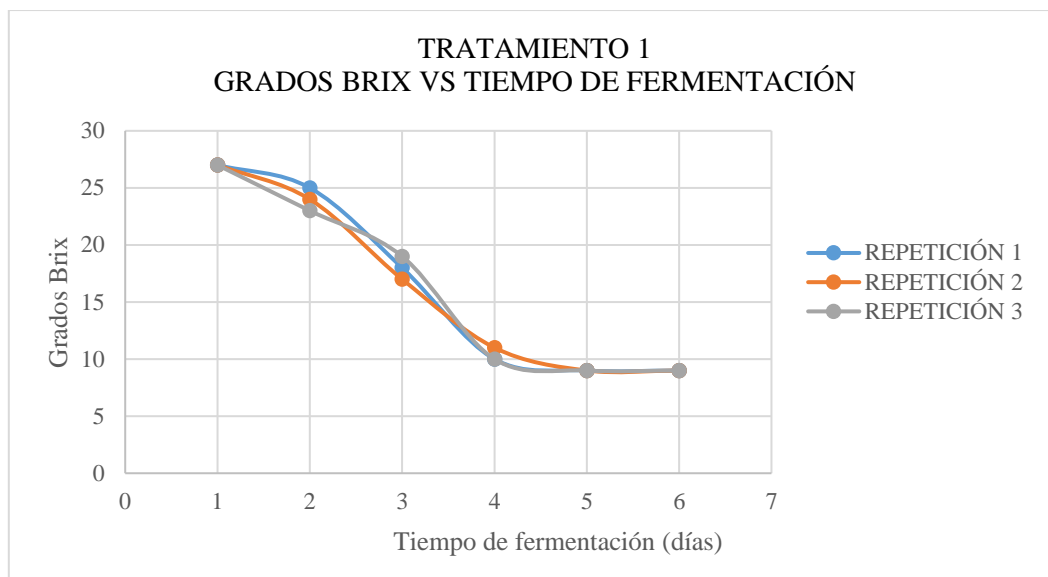


Gráfico 1-3: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 1

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

El tratamiento uno empieza con una cantidad considerable de azúcares, ya que, empieza 27 grados brix, con respecto a la primera repetición, se observa un descenso poco importante de los grados Brix de 25 grados brix a 25 ° brix, del tercer al cuarto día se puede notar un descenso de 8 grados brix para finalmente mantenerse en 9 grados Brix en el quinto y el sexto día.

En la repetición dos se puede notar que la disminución de los grados Brix se produce más rápidamente que en las otras dos repeticiones, especialmente del segundo al tercer día para mantenerse en 9 grados brix en los últimos días. La repetición tres varía de las demás repeticiones en valores mínimos.

Según Benavides en Zárata et al. (2014) indica que los °Brix juegan un papel muy importante para la fermentación ya que una concentración determinada de azúcar es satisfactoria, aunque a veces se emplean concentraciones demasiado altas que actúan de forma adversa sobre las levaduras pues el alcohol producido puede inhibir su acción.

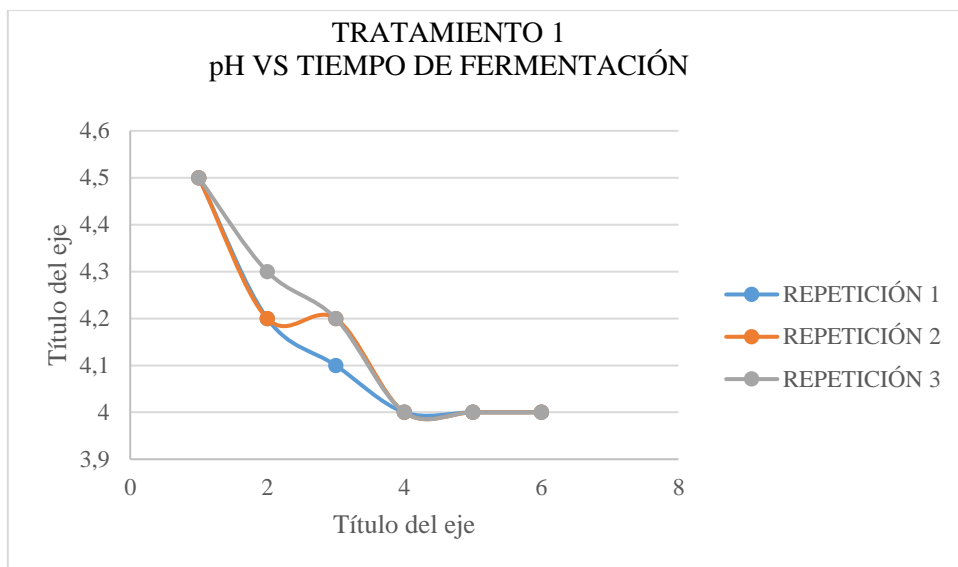


Gráfico 2-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento 1

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

La variación de pH de la repetición uno, muestra un inicio de pH de 4,5 que baja lentamente a 4,2 al segundo día y 4 al tercer día y finalmente permanece en ese pH por 3 días, la repetición dos a su vez es más lenta en la disminución del pH a comparación de la repetición uno y tres, sin embargo, todas las repeticiones finalizan con pH de 4 constante. Según Gonzales (1978) en Paris (2013) la fermentación continua es satisfactoria cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 y 4,5 este pH favorece a la activación de las levaduras y es lo suficientemente bajo para prohibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias.

Para el tratamiento uno se utilizó 5000 ml de mosto para fermentar; las tres repeticiones del tratamiento uno, se terminaron de fermentar en seis días y todas las muestras coinciden significativamente en los valores finales de Grados Brix y pH durante la fermentación. El volumen final del mosto depende de los sólidos suspendidos en el líquido, los cuales, corresponden a los sólidos de la malta y del almidón utilizados en el proceso, en este tratamiento se utilizó 200 gr de almidón con 1 litro de agua, 200 gr de malta con 1000 ml de agua, 3000 ml de agua en la recuperación de azúcares con 5 gr de la levadura Turbo Yeast, por tanto, el volumen final del mosto luego de la fermentación resulto ser de 4910 ml.

3.2.1.2. Tratamiento dos

Tabla 5-3: Resultados de los grados Brix y pH del 2do tratamiento durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T2R1	1	25	4,5
	2	12	4,4
	3	10	4
	4	5	4
	5	5	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 6-3: Resultados de los grados Brix y pH de la repetición dos del 2do tratamiento durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T2R2	1	25	4,5
	2	10	4,2
	3	9	4
	4	5	4
	5	5	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 7-3: Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición tres del segundo tratamiento durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T2R3	1	25	4,5
	2	13	4,1
	3	8	4
	4	5	4
	5	5	4

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

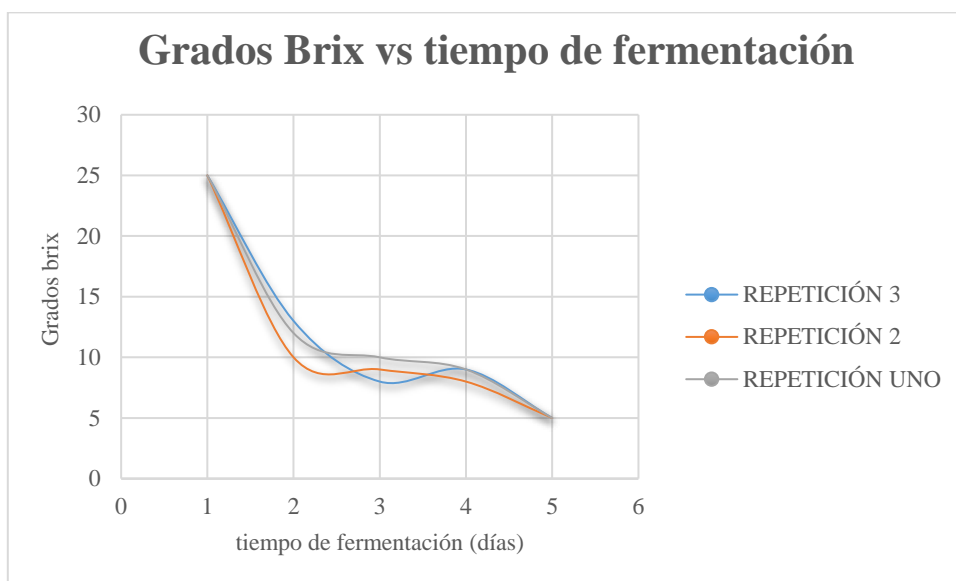


Gráfico 3-1: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 2

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

El tratamiento dos se caracteriza por tener una diferencia de grados brix inicial y grados brix final muy pequeña, lo que indica que la mayoría de los azúcares se convirtieron en alcohol. La repetición dos a comparación de la 1 el desdoblamiento de azúcares se torna un poco más rápida y la repetición tres a comparación de la repetición dos es más lenta de igual manera, sin embargo, todas las repeticiones coinciden en la finalización de los azúcares en 5 grados brix.

El porcentaje de alcohol que presenta cada muestra de este tratamiento, depende de la fermentación alcohólica que se llevó a cabo, es decir, del contenido de almidón que se añadió a la muestra; la fermentación se detuvo al quinto día ya que el cuarto y quinto día los grados brix de todas las muestras de éste tratamiento se mantuvieron constantes, esto fue un indicativo de que las levaduras dejaron de biodegradarse a alcohol, quedándose inactivas, cuando los grados brix disminuyan va a existir un incremento en el porcentaje del grado alcohólico, por lo tanto, el grado alcohólico y los grados Brix son inversamente proporcionales.

Collado (2001) en Pari (2013), dice que no se puede fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares; en estas condiciones (osmófilas) las levaduras suelen liberar el agua en su interior mediante un estallido, con el objetivo de mantener en equilibrio la concentración de solutos en el interior y exterior de la célula; lo cual, se conoce como plasmólisis.

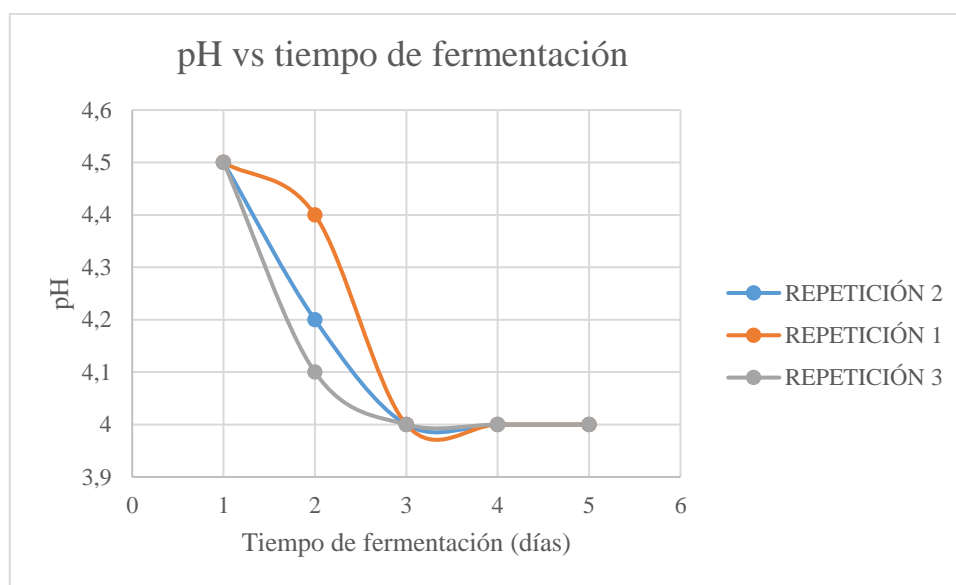


Gráfico 4-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Se puede analizar que todas las repeticiones del tratamiento dos empiezan con un pH de 4,9. Todas las repeticiones en este tratamiento coinciden con los resultados, excepto, en el día dos, ya que justo en ese día todas las repeticiones tienen valores de pH diferentes, sin embargo, todas finalizan en un pH de 4, además, es importante mencionar que todas las repeticiones al tercer día poseen un pH constante durante tres días. El pH disminuye diariamente debido a que si aumenta la temperatura durante la fermentación el pH tiende a disminuir (Hanna Instrumets, 2017).

Para el tratamiento dos se utilizó 4000 ml de mosto para fermentar; las tres repeticiones del tratamiento uno, se terminaron de fermentar cinco días y todas las repeticiones no varían en los valores finales de Grados Brix y pH en la fermentación. Se utilizó 200 gr de almidón con 800 ml de agua y 200 gr de malta con 800 ml de agua, 2400 ml de agua en la recuperación de azúcares y 4 gr de la levadura Turbo Yeast, por tanto, el volumen final del mosto luego de la fermentación resulto ser de 3970 ml.

3.2.1.3. Tratamiento tres

Tabla 8-3: Resultados de los grados Brix y pH de la repetición uno del tercer tratamiento durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T3R1	1	19	4,5
	2	14	4,4
	3	12	4,2
	4	12	4,2

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 9-3: Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición dos del tercer tratamiento tres durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T3R2	1	19	4,5
	2	15	4,4
	3	12	4,3
	4	12	4,3

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 10-3: Resultados de los grados Brix y °GL de la repetición tres del tercer tratamiento durante la fermentación

Número de tratamiento	Días de la fermentación	Grados Brix	pH
T3R3	1	19	4,5
	2	16	4,3
	3	12	4,2
	4	12	4,2

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

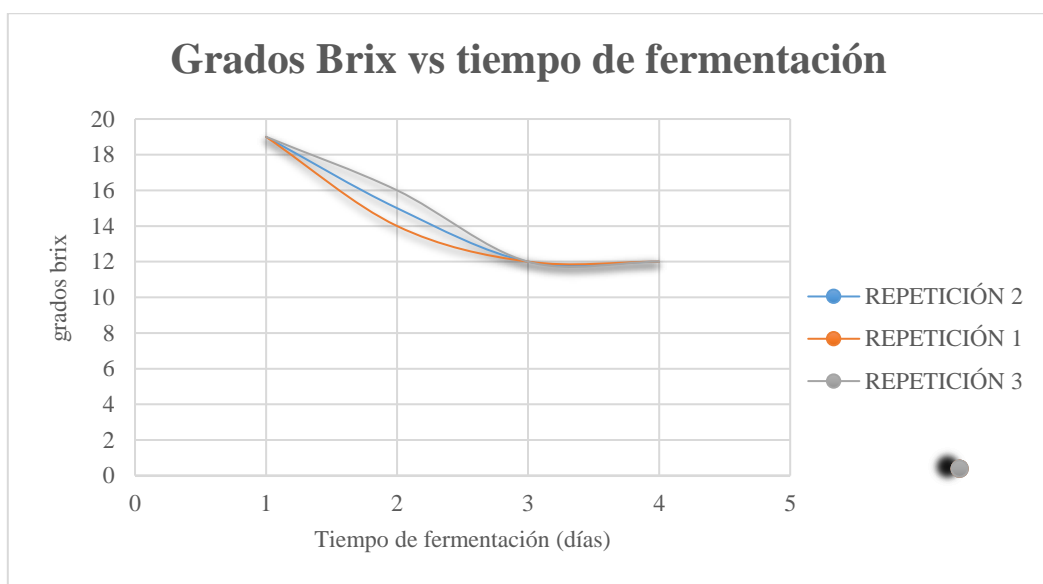


Gráfico 5-3: Gráfico de grados brix respecto a los días de fermentación del tratamiento 3

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Todas las repeticiones coinciden en los días de fermentación 1, 3 y 4 menos en el día 2, los cuales varían entre 14, 15 y 16 grados brix.

Fajardo y Sarmiento (2007) en Pari (2013) estudiaron el efecto de la adición del azúcar en la producción de alcohol para la obtención de licor en un proceso artesanal, las concentraciones de azúcares en el mosto se evaluaron por refractómetro, y el contenido de alcohol del licor por hidrometría, los resultados evidenciaron un efecto favorable de la elevación del contenido de azúcar (18 a 20 °Brix) para la fermentación.

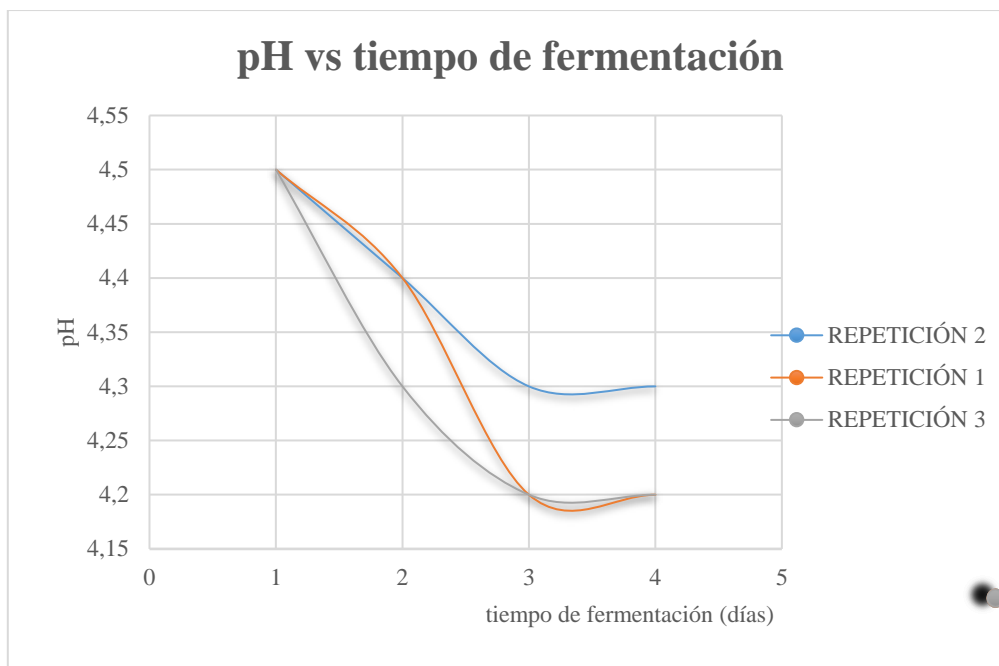


Gráfico 6-3: Gráfico del pH respecto a los días de fermentación del tratamiento 3

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

A primera vista la repetición dos empieza con un pH de 4,5 y termina con un pH constante (4,3) durante dos días, luego la repetición uno y tres empiezan con un pH de 4,5 y ambas terminan en un pH de 4,2 durante dos días.

El pH es un factor importante en la fermentación, debido al control de la contaminación bacterial, como también el efecto en el crecimiento de las levaduras, en la velocidad de la fermentación (Carpenter, citado en Pari, 2013).

Para el tratamiento tres se utilizó 3000 ml de mosto para fermentar; las tres repeticiones del tratamiento tres, se terminaron de fermentar en 4 días que a comparación de los otros tratamientos éste logra estabilizar sus azúcares y pH en menos días, sin embargo, la cantidad de azúcares es mínima, todas las repeticiones no varían en gran cantidad respecto a los valores finales de Grados Brix y pH en la fermentación. Se utilizó 200 gr de almidón con 600 ml de agua y 200 gr de malta con 600 ml de agua, 1800 ml de agua en la recuperación de azúcares y 3 gr de la levadura Turbo Yeast, por tanto, el volumen final del mosto se mantuvo en 3000 ml luego de los 4 días de la fermentación.

3.2.2. Rendimiento en cada destilación

Se especifica el rendimiento de las 3 repeticiones de cada formulación con respecto a la destilación para la obtención de vodka, donde, se utiliza la fórmula mencionada a continuación:

$$R = \frac{\text{Cantidad de producto obtenido}}{\text{Cantidad de muestra partida}} * 100$$

Para la estandarización del etanol a 40 °GL se utilizó la fórmula descrita a continuación:

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Se describe el volumen obtenido luego de cada tipo de destilación empleada en esta investigación con su respectivo grado alcohólico:

3.2.2.1. Tratamiento uno

El volumen del mosto inicial fermentado del tratamiento 1 fue de: 4910 ml.

Tabla 11-3: Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento uno luego de cada destilación

Tratamientos	Tipo de destilación	Volumen obtenido (ml)	Grado alcohólico ° GL	Rendimiento (%)
T1R1	Equipo simple	3916	29	79,76
	Equipo con rotavapor	1740,13	35	44,44
	Equipo con rota vapor	1640,36	68	94,26
	Alcohol rectificado	Se agregó 1148,25 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2788,61 ml.	40	-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			72,82
T1R2	Equipo simple	3916,3	29,2	79,76

	Equipo con rotavapor	1740,9	35,5	44,45
	Equipo con rota vapor	1640,20	67,8	94,22
	Alcohol rectificado	Se agregó 1139,94 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2780,14 ml.	40	-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			72,81
T1R3	Equipo simple	3916,6	29,3	79,76
	Equipo con rotavapor	1740,10	65,2	44,43
	Equipo con rota vapor	1640,15	67	94,25
	Alcohol rectificado	Se agregó 1107,10 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2747,25 ml.	40	-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN			72,81
PROMEDIO DE DESTILACIÓN T1				72,81

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Se puede destacar que no varía sustancialmente en la cantidad de vodka obtenido en cada tratamiento.

3.2.2.2. Tratamiento dos

El volumen del mosto fermentado del tratamiento 2 fue de: 3970 ml

Tabla 12-3: Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento dos luego de cada destilación

Tratamientos	Tipo de destilación	Volumen obtenido (ml)	Grado alcohólico ° GL	Rendimiento (%)
T2R1	Equipo simple	3164	32	79,70
	Equipo con rotavapor	1682,46	36	53,18
	Equipo con rota vapor	1365,20	72	81,14
	Alcohol rectificado	Se agregó 1092,16 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2457,36 ml.	40	-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			71,34
T2R2	Equipo simple	3164,5	33	79,71
	Equipo con rotavapor	1682,65	36	53,17
	Equipo con rota vapor	1365,38	72,4	81,14
	Alcohol rectificado	Se agregó 1105,96 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2471,34 ml.	40	-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			71,34
T2R3	Equipo simple	3164,3	32	79,71
	Equipo con rotavapor	1682,50	36,5	53,17

	Equipo con rota vapor	1365,15	72,2	81,14
	Alcohol rectificado	Se agregó 1105,96 ml de agua destilada y su volumen final fue de 2464,09 ml.	40	-
PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN				71,34
PROMEDIO DE DESTILACIÓN T2				71,34

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Mediante la Tabla 3-12 se puede analizar el rendimiento en cada destilación en las 3 repeticiones de la formulación dos, para obtención de vodka a partir del almidón de la papa Cecilia, primero, se destaca que no existe variación en relación al promedio de los rendimientos de las 3 repeticiones debido a que todas las muestras se llevaron a cabo en las mismas especificaciones y condiciones, segundo, al comparar este tratamiento con el tratamiento anterior se puede considerar un menor rendimiento, ya que el tratamiento uno alcanza un rendimiento promedio de 72,81%, mientras que éste tratamiento tiene 71,34%.

3.2.2.3. Tratamiento tres

El volumen del mosto fermentado del tratamiento 3 fue de: 3000 ml

Tabla 13-2: Resultados del rendimiento, volumen del destilado y °GL finales del tratamiento dos luego de cada destilación

Tratamientos	Tipo de destilación	Volumen obtenido (ml)	Grado alcohólico ° GL	Rendimiento (%)
T3R1	Equipo simple	2334	9	77,8
	Equipo con rotavapor	1447	12	62
	Equipo con rota vapor	837	14	57,84

	Alcohol rectificado	No cumple con el grado alcohólico mayor que 40 °GL		-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			66,88
T3R2	Equipo simple	2334,6	9	77,82
	Equipo con rotavapor	1447,5	10	62
	Equipo con rota vapor	837,69	13,5	57,87
	Alcohol rectificado	No cumple con el grado alcohólico mayor que 40 °GL		-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN:			65,88
T3R3	Equipo simple	2334,8	9	77,83
	Equipo con rotavapor	1447,2	10	61,98
	Equipo con rota vapor	837,15	14	57,84
	Alcohol rectificado	No cumple con el grado alcohólico mayor que 40 °GL		-
	PROMEDIO RENDIMIENTO DE LA DESTILACIÓN			65,88
PROMEDIO DE DESTILACIÓN T3				66,21

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Se puede observar que el tratamiento 3 principalmente no cumple con el grado alcohólico para que pueda ser rectificado a 40 grados Gay Lussac como se estipula en la NTE INEN 369, además, tiene un rendimiento promedio de 66,21% el cual puede ser aceptado, sin embargo, se evidencia que el tratamiento tres no tuvo las cantidades apropiadas de azúcares, levadura y de almidón o a su vez durante la fermentación hubo algún parámetro físico (ambiente) que retraso o impidió la correcta biodegradación de los azúcares a etanol como lo afirma (76), que dice que la temperatura, pH, aireación y concentración inicial de azúcares deben ubicarse en rango específicos para que se lleve a cabo una fermentación adecuada y por ende conseguir una cantidad de alcohol considerable.

3.2.3. Evaluación de los parámetros establecidos para escoger el mejor tratamiento

3.2.3.1. Grado alcohólico

Esta variable se midió con el objetivo de verificar el tratamiento que cumplió con la NTE INEN 369 con referente a la graduación alcohólico.

Tabla 14-3: Resultados del °GL finales de los tratamientos

Tratamiento	Grado alcohólico promedio alcanzado
T1	40
T2	40
T3	13,83

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tomando en cuenta los requisitos NTE INEN 369, se acepta de manera sobresaliente al tratamiento uno y dos respecto al grado alcohólico, sin embargo, ambos difieren en el tiempo de fermentación, siendo el tratamiento dos el de menor tiempo de fermentación.

Se obtiene también resultados óptimos en cuanto al grado alcohólico de vodka a partir de la papa super chola, el cual fue de 40 grados Gay Lussac estipulados dentro de la normativa técnica. Por otra parte, indica que utilizando una enzima llamada Glucoamilasa en combinación con el almidón del banano se llega a obtener 7,11 °GL. A menor temperatura en un rango de 13 °C a 35 °C en el proceso de fermentación es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que a altas temperaturas hacen fermentar más rápido a las levaduras llegando a agotarlas antes (Gonzales, citado en Pari, 2013).

3.2.3.2. Cantidad de congéneres

Se evaluaron la cantidad de congéneres en los 3 tratamientos mediante un análisis utilizando un equipo de cromatógrafo de gases, a continuación, se presentan los resultados:

Tabla 15-3: Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento uno

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Aldehídos mg/100 cm ³	Isopropanol mg/100 cm ³	Furfural mg/100 cm ³	Método de ensayo: NTE INEN 2014 mg/100 cm ³
T1	1	0	1,980	0,980	Furfural: máximo 0,0
	2	0,1	1,860	0,921	Aldehídos: máximo 0,2
	3	0	1,954	0,897	Alcoholes superiores (isopropanol): máximo 0,7
PROMEDIO		0,03	1,931	0,933	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 16-33: Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Aldehídos mg/100 cm ³	Isopropanol mg/100 cm ³	Furfural mg/100 cm ³	Método de ensayo: NTE INEN 2014 mg/100 cm ³
T2	1	0	0,2	1,2	Furfural: máximo 0,0
	2	0,1	0,40	1,2	Aldehídos: máximo 0,2
	3	0,1	0,42	1,2	Alcoholes superiores (isopropanol): máximo 0,7
PROMEDIO		0,2	0,34	1,3	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 17-3: Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento tres

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Aldehídos mg/100 cm ³	Isopropanol mg/100 cm ³	Furfural mg/100 cm ³	Método de ensayo: NTE INEN 2014 mg/100 cm ³
T3	1	0,1	0,4	0	Furfural: máximo 0,0
	2	0	0,4	0	Aldehídos: máximo 0,2
	3	0	0,4	0	Alcoholes superiores (isopropanol): máximo 0,7
PROMEDIO		0,03	0,4	0	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

La NTE INEN 369 expone que la cantidad máxima de congéneres en una muestra de vodka no debe superar las cantidades de: Aldehídos 0,2 mg/100 cm³, Alcoholes superiores (isopropanol) 0,7 mg/100 cm³ y Furfural 0,0 mg/100 cm³. Es, así que, estas cantidades difieren en cada tratamiento de manera significativa, el tratamiento dos y tres son los más destacados en este análisis, puesto que, cumplen con los estándares requeridos por normativa técnica, por otro lado, el tratamiento 1 tiene valores fuera del rango estipulado, por lo tanto, es rechazado en base a este análisis.

Calvache & Toro (2020) analizaron 36 muestras de aguardiente de caña de azúcar con el fin de determinar la presencia de congéneres: isopropanol, furfural y metanol; encontró 8 muestras con concentraciones >30 mg/100 cm³ de isopropanol, el cual, es un valor aceptado según la norma NTE INEN: 362, 2014, también encontró 2 muestras mucho mayores que 1.5 mg/100 cm³, el mismo que, es el valor máximo aceptado por la norma técnica, además determinó que existe una sola muestra con presencia de metanol con una cantidad dentro de los valores permisibles por la norma NTE INEN: 362, 2014.

3.2.3.3. Acidez total

Para evaluar la acidez total de los tratamientos, se determinó mediante la siguiente ecuación descrita en la norma NTE INEN 369:

$$AT = 2,4 \frac{V1}{G}$$

Donde:

AT: Acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm^3 de alcohol anhidrido

V1: Volumen de solución 0,1 Normal de hidróxido de sodio usado en la titulación, en cm^3 .

G: Grado alcohólico de la muestra.

Tabla 18-3: Resultados de la evaluación de la acidez total del vodka obtenido en los diferentes tratamientos

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Acidez total $mg/100 cm^3$	NTE INEN 369 $mg/100 cm^3$
T1	1	0,9	1
	2	0,9	
	3	0,9	
T2	1	0,6	
	2	0,6	
	3	0,6	
T3	1	3,33	
	2	3,88	
	3	3,42	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Según la NTE INEN 369 expresa que la acidez total del vodka no debe ser mayor que 1 $mg/100 cm^3$, por lo tanto, el tratamiento uno y dos son los únicos que cumplen con dicho parámetro, por otro lado, el tratamiento 3 tiene valores que se encuentran fuera del valor máximo permisible. Al comparar los resultados de acidez total de 6 tratamientos presenta cierta similitud entre el tratamiento 3 de esta investigación con el tratamiento 1 (variedad super chola + enzima Termamyl 120 Type L) realizado por Benavides & Pozo (2008) obtiene 3,65 $mg/100 ml$ de ácido acético en la muestra, mientras que el T5 (variedad gabriela + enzima Termamyl 120 Type L) presenta una acidez total de 3,73 $mg/100$

ml, finalmente el T6 (variedad gabriela + enzima Fungamyl 800 L) consiguió una acidez total de 3,63 mg/100 ml.

3.2.3.4. Rendimiento del vodka

Tabla 19-3: Resultados del rendimiento del almidón de la papa Cecilia para la obtención de vodka en cada tratamiento

TRATAMIENTOS	VOLUMEN INICIAL A FERMENTAR (ml)	CANTIDAD DE VODKA PROMEDIO OBTENIDO (ml)	RENDIMIENTO DE VODKA (%)
1	4910	2772	56,46
2	3970	2464,26	62,07
3	3000	837,28	27,91

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

El rendimiento es el análisis por el cual se determina definitivamente el mejor tratamiento (tratamiento 2), debido a que se tuvo una buena relación de desdoblamiento entre la cantidad de azúcares, cantidad de almidón, cantidad de malta, cantidad de levadura, buena temperatura de fermentación y excelente inhibición de microorganismos indeseados en el proceso, se obtuvo un valor de rendimiento correspondiente a 56,46%, además, el tercer tratamiento se caracteriza por tener el más bajo rendimiento con 27,91%. Cabe mencionar que la cantidad de vodka obtenido en la tabla 3-19 es un volumen promedio de todas las repeticiones en cada tratamiento, Zárata et al. (2014) aduce que después de la destilación obtuvo 60 ml de etanol, tomando como referencia 654 gr de almidón de papa, calculó un rendimiento de 9,17% de la obtención de vodka a partir de papa super chola, siendo este valor mucho menor al valor de rendimiento obtenido en esta investigación.

3.2.4. Caracterización del tratamiento escogido

A continuación, se presentan los resultados del tratamiento dos, el mismo que fue escogido como mejor tratamiento:

3.2.4.1. Grado alcohólico

Tabla 20-3: Resultados del grado alcohólico del mejor tratamiento

Tratamiento	Grado alcohólico promedio antes de rectificar (GL)	Rectificado (GL)
T2	72,2	40

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Según la NTE INEN 369 el tratamiento dos es el indicado debido a que cumple con la graduación requerido por la normativa. Oyarce (2010) en Zárata et al. (2014), sostiene que los grados alcohólicos se pueden ver afectados por el tipo de papa ya que esto juega un papel muy importante, especifica que otro factor importante puede ser el papel que juegan las levaduras ya que la fermentación puede tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13-14 °C hasta 33-35 °C y dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios.

3.2.4.2. Congéneres

Tabla 21-3: Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Aldehídos mg/100 cm ³	Isopropanol mg/100 cm ³	Furfural mg/100 cm ³	Método de ensayo: NTE INEN 2014 mg/100 cm ³
T2	1	0	0,2	0,0	Furfural: máximo 0,0
	2	0,1	0,40	0,0	Aldehídos: máximo 0,2
	3	0,1	0,42	0,0	Alcoholes superiores (isopropanol): máximo 0,7

PROMEDIO	0,2	0,34	0,0	
-----------------	-----	------	-----	--

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Para el tratamiento dos se obtuvo 2,16 mg/100 cm³ de congéneres presentes luego de realizar un promedio de las cantidades de las 3 repeticiones respectivas, encontrándose dentro del valor máximo permisible por la norma técnica. Según Molina et al., citado en Calvache y Toro (2020) el contenido de congéneres depende en su mayoría del tipo de materia prima que se utilice para obtener etanol, además, Asclepius (2016) en Calvache & Toro (2020) anuncia que, la cantidad de congéneres también depende del método de destilación que se use en el proceso, dado que, si no se recoge bien la cabeza y la cola, éstos podrían mezclarse con el cuerpo (etanol) y presentar mayor concentración de congéneres en el destilado, por lo tanto, se deduce que en la cola y la cabeza es en donde se encuentra la mayor parte de congéneres, por tanto, se debe separar las partes de manera precisa.

3.2.4.3. Acidez total

Tabla 22-3: Resultados de la evaluación de congéneres de vodka del tratamiento dos

Tratamiento escogido	Repeticiones	Acidez total mg/100 cm ³
T2	1	0,6
	2	0,6
	3	0,6

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022

El tratamiento dos presenta una acidez total adecuada y aceptada por la normativa técnica, sin embargo, (68) obtiene vodka a partir del almidón de la papa super chola con una acidez de 3,1, que según el autor asegura que el valor de acidez indeseado se debe a algunos factores como la competencia entre microorganismos indeseables, el tipo de papa utilizada y una temperatura inadecuada de fermentación.

3.2.4.4. Rendimiento

Tabla 23-3: Resultados de la evaluación del rendimiento del tratamiento dos

Tratamiento escogido	VOLUMEN INICIAL A FERMENTAR (ml)	CANTIDAD DE VODKA OBTENIDO (ml)	RENDIMIENTO DE VODKA (%)
T2	3970	2464,26	62,07

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022

Benavidez y Pozo (2008) asegura que la variedad super chola + enzima Termamyl 120 Type L (T1) alcanzó un rendimiento de 851.66 ml de vodka, T2 (variedad super chola + enzima Fungamyl 800 L) obtuvo 819.67 ml de vodka, T5 (variedad gabriela + enzima Termamyl 120 Type L) logró 833.12 ml de vodka, mientras que, el T6 (variedad Gabriela + enzima Fungamyl 800 L) consiguió un rendimiento del 817.54 ml, es importante mencionar que estos resultados al comparar con los de esta investigación difieren debido a que en la presente investigación no se utilizaron enzimas que aceleren el tiempo de fermentación y aumenten los grados alcohólicos.

3.2.4.5. Determinación del pH

Tabla 24-3: Resultados de la evaluación del pH del vodka obtenido en los diferentes tratamientos

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	pH
T2	1	4,17
	2	4,16
	3	4,14

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Se puede observar que el pH del tratamiento uno coinciden aproximadamente con el tratamiento dos, mientras que, el tratamiento 3 tiene valores fuera de lo normal, generalmente, el vodka tiene un pH parecido al whisky y la ginebra, aproximadamente de 4 a 5, es decir, es menos ácido que la cerveza (varía de 3 – 3,5), cuando mezclamos el vodka con agua o jugo de cualquier fruta se reduce la acidez, por lo tanto, al reducirse éste parámetro, también disminuye el riesgo de padecer enfermedades relacionadas a la acidez estomacal, misma enfermedad que puede desembocar en otras como, por ejemplo: rosácea, grasa en el cuerpo, placa dental o arterial (Answers, 2020).

3.2.4.6. Estudio de Espectrometría infrarroja

Se presenta el análisis de espectroscopía de absorción de los espectros del vodka obtenido a partir del almidón de la papa Cecilia del mejor tratamiento (tratamiento dos), el método se basa en que todas las sustancias poseen frecuencias de vibración específicas, las cuales, pertenecen a los niveles de energía de la molécula estudiada (Plaza, 2011). A continuación, se muestra la gráfica obtenida en el espectrómetro:

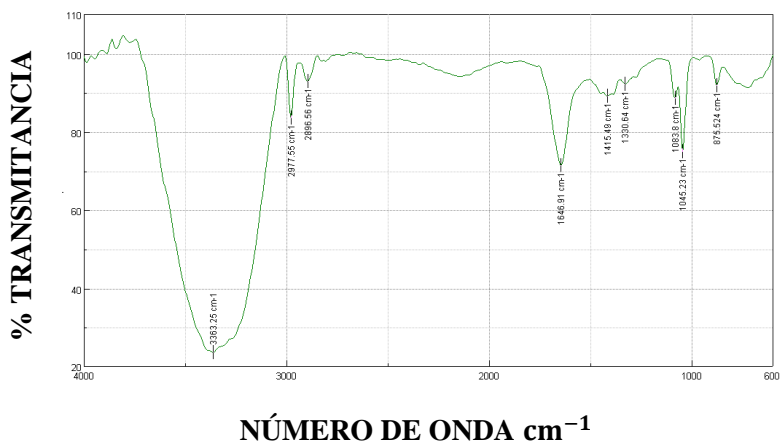


Gráfico 7-3: Espectro infrarrojo de muestra de vodka

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Tabla 25-3: Resultados del análisis de Espectrometría infrarroja (IR-TF) del tratamiento uno

Nro.	Rango [cm^{-1}]	Grupo y clase	Observaciones
1	3363.25 - 23.5842	-OH alcoholes y fenoles	OH tramo; (sólidos y líquidos).

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Se determinó por vía espectrometría infrarroja de transformada de Fourier (IR-TF) la presencia de enlace OH en una muestra vodka (tratamiento uno) obtenida a partir del almidón de la papa Cecilia; luego de aplicar procesos como: hidrólisis, fermentación, filtración y destilación; en el gráfico 3-7 se puede evidenciar el pico 3363.25 cm^{-1} , el cual, se encuentra relacionado con la vibración de tensión del grupo hidroxilo (-OH) propio de los alcoholes aclarando así que; se obtuvo etanol a partir de la papa Cecilia, además, la longitud de onda representa la distancia entre dos cúspides (Wade, 2011).

La segunda vibración corresponde a la vibración de tensión entre el carbono y el hidrógeno, según el gráfico 3-7 el enlace C-H tiene una longitud de onda de 2977.55 cm^{-1} y un porcentaje de transmitancia de 83.611, finalmente la última vibración pertenece a la ramificación C-O, el mismo que tiene una longitud de onda de 1045.23 cm^{-1} y un porcentaje de transmitancia de 75.0119, lo cual, permite interpretar que existe un enlace C-O sobre la molécula principal de etanol (Wade, 2011).

De acuerdo con los valores obtenidos en Palacios et al. (2020) concuerdan con los resultados conseguidos en esta investigación, dado que, el autor analiza la presencia de etanol en una muestra de vodka obtenida partir de la papa Super Chola por espectrometría infrarroja determinando así, una longitud de onda de $3367,1\text{ cm}^{-1}$ estableciendo de esa manera la presencia de grupo hidroxilo –OH.

3.2.4.6. Análisis de costo-rendimiento

Tabla 26-3: Resultados de los costos y el rendimiento en cada tratamiento

TRATAMIENTOS	INSUMOS	COSTO TOTAL (\$)	RENDIMIENTO (%)
T2	Compra de la levadura	0,83	34,39
	Compra de materia prima.	0,55	
	Compras insumos químicos (agua, yodo, ácido cítrico), guantes.	3,00	
	Compra de malta Extra pale ale.	0,014	
Total		4,39	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Al realiza el análisis costo-rendimiento del tratamiento dos podemos observar que tiene un costo adecuado, debido a que, tiene un precio bajo y un rendimiento alto. Cabe recalcar que estos valores corresponden a una sola repetición del tratamiento dos, partiendo de 3970 ml de mosto a fermentar para obtener 1365,24 ml de vodka.

Es necesario mencionar que el precio de la papa Cecilia y de la malta son constantes para todos los tratamientos y sus costos varían de acuerdo a la demanda de producción establecida para cada periodo de tiempo, además, lo que se varía en cada tratamiento es la cantidad de agua y la cantidad de la levadura, es decir, el valor del botellón de agua (20 litros) cuesta alrededor de \$3 y el valor de la levadura (180 gr) cuesta alrededor de \$30, entonces, por medio de una relación del precio y la cantidad de agua y levadura utilizada, se llega a los valores descritos en la tabla anterior.

3.3. Análisis de la comparación organoléptica del tratamiento escogido con un vodka comercial

Para la caracterización organoléptica del tratamiento dos se procede a comparar los parámetros organolépticos que posee el producto final (tratamiento 2) con un vodka comercial, analizando también el cumplimiento de la NTE INEN 369, la cual, estipula los requisitos que debe comprender un vodka para que pueda ser consumido. Los parámetros evaluados en la investigación son: textura, color, olor y sabor.

Tabla 27-3: Resultados de la evaluación organoléptica del vodka del tratamiento dos

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Resultados del vodka obtenido	Resultados del vodka comercial	NTE INEN 369
T2	1	Textura: Cristalino Color: Transparente Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor
	2	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor

Número de Tratamiento	Repeticiones del tratamiento	Resultados del vodka obtenido	Resultados del vodka comercial	NTE INEN 369
			Olor: Característico Sabor: Sin sabor	
	3	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor	Textura: Cristalino Color: Transparente e incoloro Olor: Característico Sabor: Sin sabor

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Como se puede observar en la tabla 3-27, el tratamiento 2 si se asemeja a los resultados obtenidos del vodka comercial, por lo tanto, cumplen favorablemente con los requisitos de textura, color, olor y sabor establecidos en la norma técnica NTE INEN 369 sin ningún problema. Cabe recalcar que al momento del análisis la muestra se encontraba a una temperatura de 20 grados centígrados, sin embargo, en la normativa dictamina que se debe analizar la muestra a una temperatura de 25 grados centígrados, que por motivos de clima en la ciudad de Riobamba no se logró llegar a dicha temperatura ambiente.

Oña (2020) efectuó un análisis comparativo organoléptico al vodka obtenido a partir de la papa super chola con la norma INEN 369 y determinó que los aspectos de ingrediente, color, olor, sabor, y estado, tienen resultados idénticos a los de la norma técnica; teniendo los siguientes resultados:

- Ingrediente: Papa
- Color: Transparente
- Olor: Característico
- Sabor: Sin sabor
- Estado: líquido

3.4. Comprobación de hipótesis

3.4.1. Hipótesis 1

“La extracción del almidón de la papa Cecilia por la vía húmeda permitirá obtener un rendimiento mayor al 12.”

Efectivamente la extracción del almidón de la papa Cecilia supera al 12% de rendimiento, debido a que, tiene el 16,67% de rendimiento, por lo tanto, la hipótesis es afirmativa.

3.4.2. Hipótesis 2

“La cantidad de grados alcohólicos, congéneres y acidez total permitirá escoger el mejor tratamiento para la obtención de vodka”.

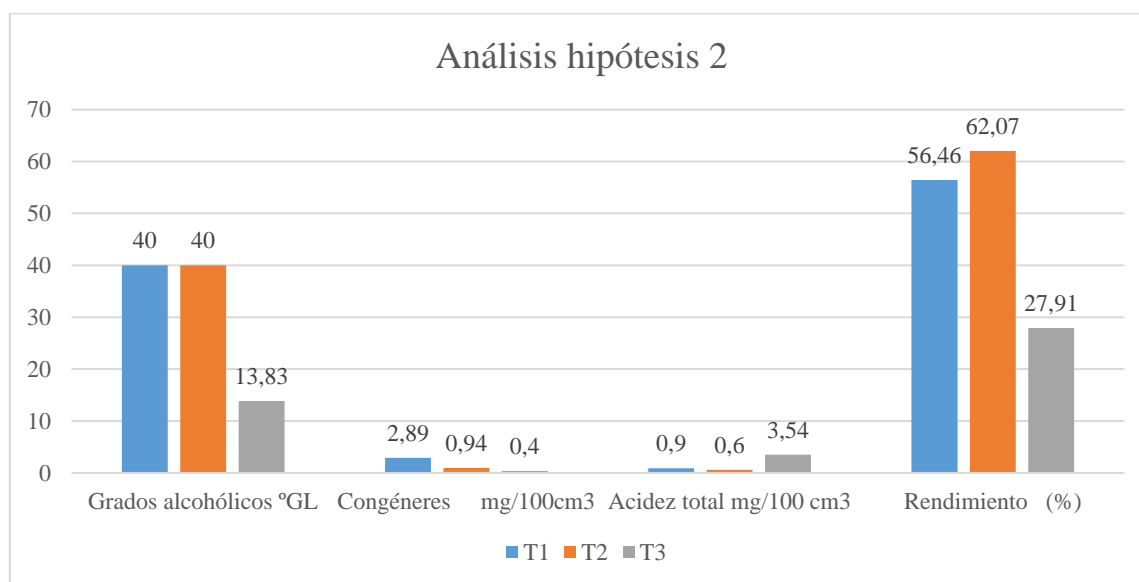


Gráfico 8-3: Gráfico sobre grados alcohólicos, congéneres, acidez total y rendimiento del vodka

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

Al realizar los grados alcohólicos se puede observar que el tratamiento uno y dos son favorables y aceptados según la NTE INEN 369, con respecto a la cantidad de congéneres el tratamiento dos y tres son los aceptados y por otro lado, la acidez total el tratamiento uno y dos tienen valores dentro de los rangos establecidos por la normativa, sin embargo, al no poder elegir al mejor tratamiento por medio de los parámetros establecidos se procedió a analizar el rendimiento del vodka, en el cual, se pudo

determinar que el tratamiento dos es el mejor tratamiento para la obtención de vodka, ya que se obtuvo más vodka que los demás tratamientos, por lo tanto, la hipótesis se rechaza.

3.4.3. Hipótesis 3

“Con la determinación del mejor tratamiento se evaluará parámetros de calidad para producción de vodka según la normativa NTE INEN 369.”

Tabla 28-3: Resultados de la evaluación organoléptica y físico-química del vodka obtenido en el T1

Tratamiento	Parámetros físico-químicos	Organolépticos
T2	Si cumple con todos.	Si cumple con todos

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

La hipótesis es aceptada debido a que el tratamiento 2 cumple con los parámetros establecidos en la NTE INEN 369.

CONCLUSIONES

- Se evaluó a la papa Cecilia como materia prima para la obtención de vodka, para lo cual primero se efectuó un diseño de experimentos, que inició con la extracción del almidón para cada tratamiento y en base al grado alcohólico y la cantidad de congéneres se consiguieron resultados positivos de la evaluación de la papa Cecilia en la obtención de vodka.
- Con la determinación del rendimiento de la papa Cecilia (INIAP-Cecilia), en la extracción del almidón por el método de vía húmeda, se obtiene el 16,67% para todos los tratamientos realizados en la producción de vodka, además, se estableció que el porcentaje es un valor muy significativo porque de este depende el rendimiento final del vodka.
- Se analizó el comportamiento de la malta de cebada (extra pale ale) y Turbo Yeast (*Fast Fermenting Classic 8*) en la fase de fermentación en todos los tratamientos, destacándose el tratamiento 2, debido a que, obtuvo valores de grado alcohólico (40 °GL), 0,2 mg/ 100 cm³ aldehídos, 0,34 mg/cm³ isopropanol, 0,4 furfural mg/cm³ y acidez total (0,6 mg/100 cm³) dentro de los parámetros establecidos por la NTE INEN 369, además de ello, fue el tratamiento que logró el mayor rendimiento de todos los tratamientos con 62,07% este último valor dependió directamente de la cantidad de almidón-agua, malta-agua y cantidad de levadura, mientras que el valor de los congéneres dependen de los días de fermentación, es decir, mientras más días de fermentación tenga el tratamiento más congéneres existirán en la muestra.
- Se realizó las características fisicoquímicas y organolépticas al tratamiento dos, encontrando los siguientes resultados aceptados dentro de la normativa, mientras que los resultados de la comparación organoléptica del vodka obtenido en el tratamiento dos con un vodka comercial fueron todos iguales entre sí, asegurando de esta manera la calidad del producto final.

RECOMENDACIONES

- Esta investigación se recomienda realizar en temporadas en donde exista una producción excedente de papa Cecilia.
- Hacer una prueba de catación para tener una prueba de aceptabilidad.
- Realizar la destilación en un alambique para obtener un mayor rendimiento
- Utilizar un pelador de papa industrial al momento de extraer el almidón de la papa Cecilia para evitar pérdidas en el rendimiento del proceso.
- Es importante no utilizar ácido cítrico para detener la oxidación de la papa al momento de pelarla, debido a que, el almidón resultante tornará de un color indeseado.
- Realizar un secado continuo del almidón de la papa para evitar la gelatinización del mismo.
- Para la mezcla de agua-almidón y agua-malta se recomienda utilizar agua hervida para bajar los costos de producción.
- De este trabajo de tesis surgió una nueva idea que sería interesante desarrollarla, en la fase de la fermentación se podría añadir un producto para cambiar su sabor y calidad final, es decir, utilizar alguna fruta que aporte más azúcares al mosto y poder obtener un producto con más grado alcohólico. Por lo que se recomienda considerar esta idea como una propuesta de investigación, estudiando los factores que ingresan al sistema al añadirle un producto más a la etapa más importante de la obtención de vodka que es la fermentación.
- Se recomienda a la empresa Primicia, que es a la cual va dirigida esta investigación, abordar ideas sobre temas de maceración, es decir, darle un sabor distinto al vodka (herbático o frutal), con el fin de darle un plus al producto final.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ, G.; et al. *Ficha técnica de la variedad de papa*. Ecuador: INIAP, 2011, pp.1-10.

ALCÍVAR, V. Diseño de una planta productora de vodka, utilizando como materia prima la papa [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Quito-Ecuador. 2017. pp. 1-104. [Consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12666/1/T-UCE-0017-0048-2017.pdf>

AMILOSA; & AMILOPECTINA. *Amilosa y Amilopectina*. 2008. [Consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <https://chocolatisimo.com/amilosa-y-amilopectina/>

ANAYA, Y.; et al. “Obtención de una bebida alcohólica tipo vodka a partir de almidones”. *Revista de ingeniería e innovación*, 2020, 1(4), pp. 16-25.

ANSWERS. *¿Qué es el pH de vodka?* 2020. [Consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <https://es.411answers.com/a/que-es-el-ph-de-vodka.html>

BARCELONATECH. *Espectrofotómetro de infrarrojo (FTIR)*. 2010. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.upc.edu/sct/es/equip/49/espectrofotometro-infrarrojo-ftir.html>

BENAVIDES, I.; & POZO, M. Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra-Ecuador. 2008. pp. 1-143. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/327/1/03%20AGI%20226%20TESIS.pdf>

BETANCOURT, R. *Guías de laboratorio de operaciones unitarias III* [En línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2001. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9316/9589322689.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BIOENCICLOPEDIA. La Papa *solanum tuberosum*. 2016. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.bioenciclopedia.com/papa>

CALVACHE, K.; & TORO, K. Evaluación de la presencia de congéneres en el aguardiente de caña de azúcar producido en la provincia del Azuay [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias y Química. Cuenca-Ecuador. 2020. pp. 1-44. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34506/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>

CASTELLANOS, P. *Las propiedades benéficas del vodka que seguro no conocías*. 2018. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <https://lifeandstyle.expansion.mx/viajes-y-gourmet/2018/03/07/las-propiedades-beneficas-del-vodka-que-seguro-no-conocias#:~:text=Esta%20bebida%20sin%20color%20es,para%20el%20hogar%20incluyen%20vodka.>

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. INIAP-CECILIA. 2017. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/3-iniap-cecilia/>

CHAMORRO, D. Evaluación de la producción de vodka artesanal "la destilería", haciendo uso de *passiflora edulis* (maracuyá) como fruta adicional. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías. Bogotá-Colombia. pp. 1-98. [Consulta: 22 marzo 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8314/1/6151520-2021-1-IQ.pdf>

COCINISTA. *¿Qué es y cómo se elabora la malta?* 2015. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/-que-es-y-como-se-elabora-la-malta-.html>

COCINISTA. *Malta extra pale ale*. 2020. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-extra-pale-ale.html>

COLLADO, Q. *Levaduras y la fermentación alcohólica (II)*. 2001. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.verema.com/blog/verema/500449-levaduras-fermentacion-alcoholica-ii>

DIARIO LA HORA. *Un vodka con papa ecuatoriana.* 2016. [Consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/noticias/un-vodka-con-papa-ecuatoriana/>

EL TELÉGRAFO. *INIAP destaca propiedades nutricionales de la papa.* 2011. [Consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/zoo/1/iniap-destaca-propiedades-nutricionales-de-la-papa>

EL UNIVERSO. *Ecuatorianos consumen en promedio 7,2 litros anuales de alcohol, dice OMS.* 2014. [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/05/13/nota/2958801/ecuatorianos-consumen-promedio-72-litros-anuales-alcohol-dice/#:~:text=Salud-,Ecuatorianos%20consumen%20en%20promedio%207%2C2%20litros%20anuales%20de%20alcohol,7%20por%20ciento%20de%20vino.>

ENRÍQUEZ, C. *Acuerdo con la unión europea elimina arancel a licores.* 2016. [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/acuerdo-union-europea-arancel-licores.html>

ESPINOZA, S. Obtención de alcohol etílico a partir del almidón de banano (cavendish gigante) en la provincia de el oro, el guabo, 2014 [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Machala-Ecuador. pp. 1-87. 2015. [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2865/1/CD000002-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

GOBIERNO DE LA RIOJA. *Alcohol y bebidas alcohólicas.* 2015. [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.infodrogas.org/drogas/alcohol?showall=1>

GUERRERO, E.; & YÉPEZ, A. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de yuca (*manihot esculenta*) y zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*) [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito-Ecuador. pp. 1-55. [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7471/1/138951.pdf>

HANNA INSTRUMENTS. La temperatura afecta el pH del agua. 2017. [Consulta: 28 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/39/la-temperatura-afecta-el-ph-del-agua#:~:text=Cuando%20hay%20un%20incremento%20en,sus%20elementos%3A%20hidr%C3%B3geno%20y%20ox%C3%ADgeno>

INEN 350. *Bebidas Alcohólicas. Ensayo De Catado.*

JIJÓN, M. “Fermentación alcohólica de la papa "super chola" (*solanum tuberosum*) para la obtención de vodka”. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, vol. 1, n°1 (2018), (Quito-Ecuador) pp. 1-5.

LÓPEZ, Santiago; & CHÁVEZ, Diana. “Recuperación de los solventes (hexano y benceno) de la grasa extraída del maní (*arachis hypogaea*) por medio de destilación simple”. *Universidad de La Sabana*. vol. 1, n°1 (2020), (Colombia), pp. 1-11.

LOPÉZ, V. *Bebidas alcohólicas. determinación del contenido de alcohol etílico. método del alcoholímetro de vidrio*, Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana. pp. 1-13.

LOVFERMENTS. *¿Qué tipo de levaduras existen?* 2020. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.lovferments.com/es/que-tipos-de-levadura-existen/>

MADRUEÑO, M. *Zubrowka Bisón.* 2017. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://marianomadrueno.es/producto/comprar-zubrowka-bison-litro/>

MELÉNDREZ, F. Evaluación de diferentes niveles de silicato de sodio en combinación con guarango utilizados para la curtición de pieles caprinas [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba -Ecuador. 2019. pp. 1-114. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13287/1/20T01282.PDF>

MELIAN, D. Ensayo comparativo de dos metodologías de extracción de almidón de papa usando muestras de diez variedades nativas de Chiloé y dos variedades comerciales caprinas [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Escuela Ingeniería de los

Alimentos, Valdivia-Chile. 2010. pp. 1-84. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fam522e/doc/fam522e.pdf>

MONTGOMERY, D. *Diseño y análisis de experimentos*. 2ª ed. México: LIMUSA S.A., 2004. ISBN 968-18-6156-6. pp. 1-692.

MORALES, B.; & MOLINA, M. “Evaluación de factores que pueden influir en el proceso de sacarificación-fermentación simultáneas para la producción de etanol a partir de materiales amiláceos”. *Ingeniería*, vol. 25, n°1 (San José-Costa Rica), pp. 47-61.

NARANJO, K.; & NAVARRETE, P. Estudio de factibilidad para la obtención de alcohol etílico a partir de la producción de papas provenientes del cantón quero de la provincia de Tungurahua [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Guayaquil-Ecuador. 2015. pp. 1-176. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4244/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-228.pdf>

NARVÁEZ, E.; & SORIA, D. *Producción de papa*. 2010. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos89/produccion-de-papa/produccion-de-papa2>

NTE INEN 2014. *Bebidas alcohólicas. determinación de productos congéneres por cromatografía de gases.*

NTE INEN 369. *Bebidas alcohólicas. vodka. Requisitos.*

OÑA, T. Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (*musa paradisiaca*) para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad Ciencias Pecuarias. Los Ríos- Ecuador. 2020. pp. 1-89. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5254/1/T-UTEQ%20-097.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA. *Uso de la papa*. 2008. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/utilizacion.html>

PALACIOS, T.; et al. “Uso del almidón de papa súper chola (*solanum tuberosum*) en la producción de una bebida alcohólica”. *La Ciencia Al Servicio De La Salud y Nutrición*, Vol. 11, n° Ed. Esp. (2020), (Riobamba -Ecuador) pp. 121-127.

PARI, E. Cinética de conversión de los carbohidratos presentes en la cáscara de plátano (*Musa Cavendish*) para la obtención de etanol [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de ingeniería Química. Puno-Perú. 2013. pp. 1-103. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2879/Pari_Panca_Edith_Danitza.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PARRA, J. Obtención de biofilm a partir del almidón de zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*) y de camote (*Ipomoea Batatas*) como alternativa al uso de material plástico derivado de petróleo [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2019, pp. 1-96. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13808/1/96T00573.pdf>

PLAZA, Victoria; & SUNG, Eun. Determinación de alcohol, acidez y azúcares en bebidas alcohólicas mediante espectroscopía infrarroja [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología. Cuenca-Ecuador. 2011, pp. 1-104. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5691/1/08459.pdf> pp. 1-1239.

PRODUCTOS FURIA. *What is the pH of vodka?* 2021. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://productosfuria.com/drinks/quick-answer-what-is-the-ph-of-vodka/>

PROKOP, S., & ALBERT, J. *Las papas, la nutrición y la alimentación.* 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.potato2008.org/es/lapapa/hojas.html>

PUMISACHO, M. & SHERWOOD, S. *El cultivo de papa en Ecuador* [En línea]. Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2008. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://cipotato.org/wp->

content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Pa
pa%20en%20Ecuador.pdf

REVISTA LÍDERES. *Vodka y ron también se producen en Ibarra.* 2012. [Consulta: 26 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/vodka-ron-producen-ibarra.html#:~:text=En%20noviembre%20del%202010%2C%20Santiago,Vodka%20Slava%2C%20producido%20en%20Ibarra.>

ROTAVAPOR. *Partes y función del rotavapor.* 2020. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <http://rotavaporuso.blogspot.com/p/partedel-rotavapor.html>

SÁNCHEZ, M.; et al. “¿Qué son los microbios?”. *Ciencia* [En línea], 2017, (México) 68(2), pp. 10-17. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/68_2/PDF/QueSonMicrobios.pdf

SOLARTE, J.; et al. “Propiedades reológicas y funcionales del almidón procedente de tres variedades de papa criolla”. *Información Tecnológica* [En línea], 2019, (Colombia) 30(6), pp. 35-44. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v30n6/0718-0764-infotec-30-06-00035.pdf>

STILL SPIRITS CLASSIC. *Turbo levadura 18% 175 gm.* 2017. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: https://www.amazon.com/Still-Spirits-Classic-Turbo-Levadura/dp/B07F917ZP2/ref=mp_s_a_1_6?crd=2VP65XAVY01ZQ&keywords=turbo+yeast&qid=1636637096&qsid=133-6268505-5827128&prefix=turbo+yeast%2Caps%2C234&sr=8-6&sres=B00LJ7HAX8%2CB00DF7F3OS%2CB093T8PFS6%2CB07F917ZP2%2CB07254CZVF%2CB00APTCRRA%2CB071V8WH4L%2CB00LJ7NOVU%2CB00LJ771N2%2CB071RM65WZ%2CB01MYSDHRY%2CB01EJSYI5Q%2CB0727Q2LDB%2CB008Y0NWX0

SUPERCAMARERO. *¿Qué es la destilación? ¿Cuántos tipos y clases existen?* 2013. [Consulta: 29 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.supercamarero.com/2013/07/que-es-la-destilacion-cuantos-tipos-y.html>

TORRES, L.; et al. *Variedades de papa.* 2011. [Consulta: 29 marzo 2022]. Disponible en: <https://cipotato.org/papaenecuador/variedades-de-papa/>

ULRICH, J. *Manual. bebidas (MF1047_2: Transversal)*: CEP, 2019. p. 5.

VALERIANO, J. *Elaboración de vodka*. Perú: Industrias Valeriano E.I.R.I. , 2021. pp. 8-12.

VÁZQUEZ, H. “Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícola”, *Ingeniería, Investigación y Tecnología* [En línea], 2007, (México) 8(4), pp. 249-259. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v8n4/v8n4a4.pdf>

VILLALOBOS, M.; et al. “Obtención de almidón a partir de los residuos de papa del mercado abastos”, *Ciencias de la ingeniería y tecnología* [En línea]. 2014, (Guanajuato-México) (1), pp. 267-271. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-V/Articulo_25.pdf

VODKA.NET. *Vodka Russkaya*. 2011. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <http://es.vodkas.net/vodka/russkaya>

WADE, L. *Química orgánica*. Séptima ed. México: Pearson, 2011. ISBM 978-607-32-0793-5





WIKIHOW. *Cómo hacer vodka*. 2017. [Consulta: 25 marzo 2022]. Disponible en: <https://es.wikihow.com/hacer-vodka#Elegir-los-ingredientes>

ZAMBRANO, G. *Vodka, origen, históricas, elaboración, tipos de vodka*. 2011. [Consulta: 16 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.barmaninred.com/2011/04/vodka-origen-notas-historicas.html>

ZÁRATE, L.; et al. “Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criollo (*Solanum Tuberosum*, grupo Phureja)”. *Revista Latinoamericana De La Papa* [En línea], 2014, 18(1), pp. 1-24. [Consulta: 16 marzo 2022]. ISSN 1019-6609. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512060>

ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA PAPA CECILIA

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 	<p>d)</p> 						
<p>NOTAS:</p> <p>a. Recepción y selección de la materia prima</p> <p>b. Pelado y lavado de la papa Cecilia</p> <p>c. Triturado de la papa</p> <p>d. Filtrado</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR: Geomayra Belén Erazo Chávez</p>	<p>EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA PAPA CECILIA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1:1</td> <td>2022/02/18</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1	2022/02/18
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
1	1:1	2022/02/18							

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

e)



f)



g)



h)



i)

**NOTAS:**

- a. Sedimentación
 b. Obtención del almidón humedecido
 c. Secado
 d. Triturado y pulverizado
 e. Pesado del Almidón de papa Cecilia obtenido.

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:

- Aprobado Preliminar
 Certificado Por aprobar
 Información Por calificar

**ESCUELA SUPERIOR
 POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 QUÍMICA**

ELABORADO POR:
 Geomayra Belén Erazo Chávez

**EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN
 DE LA PAPA CECILIA**

LÁMINA

ESCALA

FECHA

1

1:1

2022/02/18

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

ANEXO B: PROCESO DE ELABORACIÓN DE VODKA.

a)



b)



c)



d)



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Geomayra Belén Erazo Chávez	PROCESO DE ELABORACIÓN DE VODKA.		
a. Gelatinización del almidón b. Activación de la malta c. Hidrólisis de la mezcla del almidón con la malta d. Filtración	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	2022/02/18	

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.



NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA </p> <p align="center"> ELABORADO POR: Geomayra Belén Erazo Chávez </p>	PROCESO DE ELABORACIÓN DE VODKA.		
a. Fermentación b. Filtración c. Destilación d. Vodka	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			1	1:1	2022/02/18

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.

ANEXO C: CARACTERIZACIÓN DEL MEJOR VODKA OBTENIDO.

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 	<p>d)</p> 		
<p>NOTAS:</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR: Geomayra Belén Erazo Chávez</p>	<p>CARACTERIZACIÓN DEL MEJOR VODKA OBTENIDO.</p>		
<p>a. Medición del pH b. Espectrofotometría c. Grado alcohólico d. Cálculo de la acidez de vodka</p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar</p>		<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>1</p>	<p>1:1</p>	<p>2022/02/18</p>

Realizado por: Erazo, Geomayra, 2022.



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Geomayra Belén Erazo Chávez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1423-DBRA-UTP-2022