



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Elaboración de vodka a partir de papa (*Solanum tuberosum*)

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Tierra Guevara, Adriana Mishell

Tutor:

Dra. Ana Mejía López

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Tierra Guevara Adriana Mishell, con cédula de ciudadanía 0605311463, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Elaboración de vodka a partir de papa (*Solanum tuberosum*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 19 de diciembre del 2025.

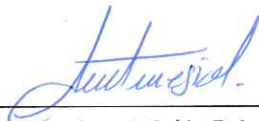


Adriana Mishell Tierra Guevara
C.I: 0605311463

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Dra. Ana Hortencia Mejía López catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación Elaboración de vodka a partir de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*), bajo la autoría de Adriana Mishell Tierra Guevara; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 19 días del mes de diciembre de 2025



Dra. Ana Mejía López
C.I:0601948813

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Elaboración de vodka a partir de papa (*Solanum tuberosum*), presentado por Tierra Guevara Adriana Mishell, con cédula de identidad número 0605311463 bajo la tutoría de Dr./ Mg. Mejía López Ana Hortencia; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de diciembre del 2025.

MgS. Daniel Alejandro Luna
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Jenny Patricia Paredes
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



MgS. José Antonio Escobar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **TIERRA GUEVARA ADRIANA MISHILL** con CC: **0605311463**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"Elaboración de vodka a partir de papa (*Solanum tuberosum*)"**, cumple con el 7 %, (2% de similitud y 5% de texto potencialmente generados por la IA) de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 12 de diciembre de 2025



Firmado electrónicamente por:
ANA HORTENCIA MEJIA LOPEZ

Validar únicamente con FirmatC

Mgs. Ana Mejía López
TUTORA

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María Inmaculada, por cada una de sus bendiciones, por llenarme de fuerza, inteligencia, sabiduría para vencer todos los obstáculos que se me han presentado desde el inicio de mi vida.

A mi madre, Elisa gracias por estar a mi lado, por enseñarme a ser valiente, a no rendirme al primer obstáculo que se me presente en el camino y sobre todo a confiar en Dios, por todos sus sabios consejos además de cuidarme y protegerme como su niña chiquita por esperarme siempre en casa sin importar la hora.

A mi padre Guillermo que con su esfuerzo y trabajo me ha apoyado siempre a pesar de la distancia. Por darme su amor, comprensión y por confiar en mí siempre.

También a mis hermanas Maritza, Carmen, Fátima, y Vanessa que con su infinito amor me han fortalecido, siendo mis compañeras de vida y mi tesoro máspreciado, por cada uno de sus consejos, regaños y por soportar cada uno de mis caprichos.

A Alexander, mi hermano, mi amigo, mi confidente. Gracias por ser mi refugio, por escucharme sin juzgar, por entender en esos días donde no encontraba una salida. Por cuidarme, por todas esas ocasiones que has estado conmigo y sobre todo por regalarme esos pequeños momentos de felicidad cuando llegas con mis dulces favoritos.

A Jorge por brindarme su amistad y amor incondicional, por estar a mi lado en aquellos días difíciles, por aconsejarme e impulsarme a mejorar con cada una de mis acciones.

A mis pequeños sobrinos Mikaela, Emiliano y Dylan que me llenan de alegrías con sus pequeñas ocurrencias, ya que con sus risas traviesas alivian mis problemas. Y me han motivado para alcanzar esta meta académica.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme la fuerza, inteligencia y sabiduría por permitirme disfrutar de mi familia, de los momentos buenos y malos y sobre todo por mantenerme siempre firme en esta etapa de mi vida.

A mis padres Elisa y Guillermo que siempre me han dado su apoyo emocional y económico permitiéndome cumplir este sueño de convertirme en ingeniera por confiar firmemente en mi capacidad, siendo la fuente de mi inspiración para no dejarme decaer y cumplir con mis metas.

A mis hermanas Maritza, Carmen, Fátima, Vanessa y a mi hermano Alexander gracias por apoyarme y respaldar cada una de mis decisiones, por darme sus palabras de aliento cuando ya lo daba todo por perdido por motivarme cada vez que renunciaba a continuar con mi trabajo de investigación y ser mi más grande inspiración sin ustedes esto no sería posible.

Con profunda gratitud quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, Anita Mejía, por su guía, paciencia y compromiso durante todo este proceso. Gracias por guiarme en este capítulo importante en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

DECLATORIA DE AUTORIA

DICTAMEN FAVORABLE

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCION.....	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 PROBLEMA.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 OBJETIVOS	17
CAPÍTULO II.....	18
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	18
2.1.1 PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i>)	21
2.1.2 ALMIDÓN DE PAPA.....	23
2.1.3 VODKA.....	26
2.1.4 ENZIMAS.....	26
2.1.5 LEVADURAS	28
2.1.6 NORMATIVA.....	28
CAPÍTULO III.	29
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
3.2.1 PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN	30
3.2.2 HIDROLISIS POR VÍA ENZIMÁTICA	30
3.2.3 ETAPA DE FERMENTACIÓN.....	31

3.2.4 PROCESO DE DESTILACIÓN:.....	31
3.2.5 COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL VODKA.....	32
3.2.6 DIAGRAMA DE PROCESO	33
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	34
3.3.1 ACIDEZ TOTAL.....	35
3.3.2 CONTENIDO DE METANOL, FURFURAL, ALCOHOLES SUPERIORES, Y .. ALDEHÍDOS.....	36
3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA	36
3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS Y MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	36
CAPÍTULO IV	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN.....	37
4.2 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	38
4.2.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN	41
4.3 CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.....	42
CAPITULO V.....	44
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. CONCLUSIONES	44
5.2 RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Características agronómicas papa superchola	22
Tabla 2: Características agronómicas papa Gabriela.....	23
Tabla 3: Características físicas - químicas enzima alfa-amilasa fungal	28
Tabla 4: Requisitos bebidas alcohólicas vodka INEN 369-2016.....	28
Tabla 5: Codificación de los tratamientos usados para obtener almidón	29
Tabla 6: Resultados de la extracción del almidón variedad Super Chola y Gabriela.....	37
Tabla 7: Parámetros obtenidos en la elaboración de vodka papa Chola	39
Tabla 8: Parámetros para la elaboración de vodka con papa Gabriela.....	39
Tabla 9: Prueba de T para muestras independientes para el grado alcohólico	40
Tabla 10: Costos de producción para elaboración de vodka papa Super Chola.....	41
Tabla 11: Costos de producción para elaboración de vodka papa Gabriela.....	41
Tabla 12: Análisis fisicoquímicos de vodka.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Superficie sembrada de papa en el año 2020 al 2024	17
Figura 2: Composición química de la papa	22
Figura 3: Composición del almidón	24
Figura 4: Tipos de almidón presente en los alimentos	25
Figura 5: Reacción de alfa amilasa en el almidón.....	27
Figura 6: Prueba de lugol	31
Figura 7: Diagrama del proceso de obtención de almidón.....	33
Figura 8: Diagrama de elaboración del vodka	34
Figura 9: Curva del valor P para la obtención de almidón de las dos variedades de papa.	37
Figura 10: Diagrama de cajas comparativo en relación del grado alcohólico(°) y las variedades de papa utilizadas	39

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica y productiva de la elaboración de vodka, utilizando almidón de dos variedades de papa ecuatoriana: Super Chola y Gabriela. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental con un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con tres repeticiones en cada paso (obtención del almidón y obtención de alcohol). El proceso incluyó las siguientes fases: obtención del almidón, gelatinización, hidrólisis enzimática, fermentación alcohólica y destilación, con el fin de obtener un destilado de alta pureza. La extracción del almidón se realizó por vía húmeda utilizando dos métodos de disrupción mecánica: rayado (en tamaños de partícula grueso, mediano y fino) y por licuado. El método de rayado alcanzó un rendimiento promedio de 13,99 %, mientras que el licuado logró un 21 %, con una diferencia estadísticas significativas entre las dos variedades de papa con un ($p\ 0,005 < 0,05$). Para la etapa de gelatinización a 200 gramos de almidón en solución se sometió por 30 minutos a cocción, la hidrólisis enzimática se realizó a 70°C y se utilizó 0,38 g del producto GRANOZYME A FUNGAL 2500 (enzima *alfa-amilasa* fungal). Para la fermentación, el mosto se ajustó a pH de 4.5 y a 21°Brix y se inoculó con 2 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Como resultado, el alcohol obtenido a partir de la papa Gabriela alcanzó un grado alcohólico de 13,93 %, superando al de Super Chola con 12,70 %. El análisis fisicoquímico del vodka ajustado a 40% de alcohol mostró que el producto elaborado con papa super Chola cumplió con todos los requisitos establecidos por la norma INEN 340 para vodka. En cambio, el vodka obtenido de la variedad Gabriela presentó niveles elevados de alcoholes superiores, excediendo el límite máximo permitido para este parámetro. En cuanto al costo de producción unidad (botella de 750 ml), el vodka de la papa Super Chola alcanzó un valor de \$6,30, mientras que el de Gabriela fue de \$5,62, siendo ambos competitivos frente a productos comerciales similares. Se concluye que la elección de la variedad de papa influye significativamente en el rendimiento alcohólico y en la calidad fisicoquímica del vodka. Se recomienda optimizar las etapas de disrupción celular y fermentación para controlar la formación de compuestos secundarios, así como realizar estudios sensoriales y económicos para escalar el proceso a nivel comercial.

Palabras claves: Enzima *Alfa amilasa*, vodka, levadura, fermentación, almidones.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the technical and productive feasibility of producing vodka from starch derived from two varieties of Ecuadorian potatoes: Super Chola and Gabriela. The research was conducted under an experimental approach with a Completely Randomized Design (CRD), with three repetitions at each stage (starch extraction and alcohol production). The process included the following phases: starch extraction, gelatinization, enzymatic hydrolysis, alcoholic fermentation, and distillation to obtain a high-purity distillate. Starch extraction was carried out by wet processing using two mechanical disruption methods: grating (with coarse, medium, and fine particle sizes) and blending. The grating method achieved an average yield of 13.99%, while blending reached 21%, with statistically significant differences between the two potato varieties ($p < 0.05$). For the gelatinization stage, 200 g of the starch solution was cooked for 30 minutes. Enzymatic hydrolysis was performed at 70°C using 0.38 g of GRANOZYME A FUNGAL 2500 (fungal alpha-amylase enzyme). For fermentation, the must was adjusted to pH 4.5 and 21°Brix and inoculated with 2% *Saccharomyces cerevisiae* yeast. As a result, alcohol obtained from Gabriela potatoes reached an alcoholic strength of 13.93%, surpassing Super Chola at 12.70%. The physicochemical analysis of vodka adjusted to 40% alcohol showed that the product made from Super Chola potatoes met all the requirements established by INEN 340 standards for vodka. In contrast, vodka obtained from Gabriela presented elevated levels of higher alcohols, exceeding the maximum permitted limit for this parameter. Regarding unit production cost (750 ml bottle), vodka from Super Chola potatoes was \$6.30, while Gabriela's was \$5.62, both competitive with similar commercial products. It is concluded that the choice of potato variety significantly influences alcohol yield and the physicochemical quality of vodka. It is recommended to optimize the cell disruption and fermentation stages to control the formation of secondary compounds, and to conduct sensory and economic studies to scale the process to a commercial level.

Keywords: Alpha-amylase enzyme, vodka, yeast, fermentation, starches.



Firmado electrónicamente por:
ANA ELIZABETH
MALDONADO LEÓN
Validar únicamente con FirmatC

Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

La papa es uno de los cultivos alimenticios más significativos a nivel mundial, después del arroz, el trigo y el maíz. En el 2023 la superficie total cosechada a nivel mundial fue de 18 millones de hectáreas China se consolidó como el principal productor mundial de papas, aportando más de 93 millones de toneladas métricas al suministro global. Otros países como India, Ucrania, Rusia, Estados Unidos y Alemania también realizaron importantes contribuciones a la producción mundial total, lo que demuestra la amplia distribución geográfica de la capacidad de producción de papas (Pieterse, 2025).

En Ecuador, la producción nacional de papa es importante, ya que se cultiva en 10 provincias de la región andina, siendo esta el segundo rubro agrícola más importante después del maíz suave. El tubérculo sembrado en las provincias de la región norte (Carchi, Imbabura y Pichincha) ocupa una superficie 6155 ha en cuanto a su producción fue de 131188 t con un rendimiento de 21,35 t ha⁻¹. Por otra parte la región central (Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Tungurahua) tiene una superficie sembrada de 10203 ha con una producción de 99057 t y un rendimiento de 9,7 t ha⁻¹, mientras que en la región sur (Cañar, Azuay y Loja) es de 2622 ha con una producción de 13149 y su rendimiento es de 5 t ha⁻¹ (Racines et al., 2023).

En el año 2016 según Chamba (2022) indica que el rendimiento de papa fue de 16,5 t/ha, donde la provincia de Carchi tuvo un valor de 24,9 ; Pichincha 21,2; Tungurahua 20,6

Una de la preocupación de los papicultores es la sobreproducción y la falta de industrialización de este tubérculo que tiene un gran potencial y versatilidad para la obtención de diferentes derivados del mismo, entre ellos el almidón (Lechón & Pozo, 2021).

La papa , un alimento básico de consume en forma directa, se estima que de la producción nacional, del 74% se destina al consumo doméstico, mientras que el 17% se usa como semilla y finalmente el 9% es de consumo industrial (Racines et al., 2023).

Dentro de los productos procesados se tiene las papas fritas, papas pre fritas o pre cocidas congeladas, papas deshidratadas y harinas o almidones de papa (Garzón & Young, 2016).

De igual manera el aprovechamiento de la papa se ha extendido a la producción de bebidas alcohólicas (vodka) que surgió como una alternativa a los métodos tradicionales que utilizan cereales como el trigo y el maíz. A inicios del siglo XX, se han realizado diversos estudios que buscan optimizar el proceso de obtención de vodka usando como materia prima principal las papas, debido a que son ricas en almidón y ofrecen un sabor único. Países como Polonia y Rusia han destacado en la producción de vodka de papa, conocido por su sabor cremoso y textura densa (Pozo, 2019).

El vodka es una bebida alcohólica que se caracteriza por ser una bebida que tiene un mínimo de 37,5 grados de alcohol por volumen a 20 °C, es incolora y de sabor neutro, aunque en algunas industrias optan por añadir sabores frutales. La obtención del vodka se realiza mediante una fermentación de materia prima rica en carbohidratos, la misma que se destila para obtener un alcohol de alta pureza (Chamorro, 2021).

Lo que se busca con esta investigación es determinar el potencial que tienen estas dos variedades de papa Super Chola y Gabriela, con el fin de establecer la producción de vodka, mediante la evaluación de ciertos criterios como son los rendimientos fisicoquímicos y de la fermentación, y el análisis de las propiedades organolépticas que presenta el destilado final. Se buscan nuevas oportunidades para captar el aprovechamiento de la papa y diversificar la oferta en la agroindustria ecuatoriana, lo que consolidará a los pequeños ecuatorianos agricultores.

1.2 Problema

La producción de papa en el Ecuador atraviesa por una crisis marcada por la sobreoferta y una reducción del consumo de papa. En consecuencia la provincia de Tungurahua es la más afectada ya que es una de las principales productoras de papa es la más afectada, por la caída de precios de venta donde la papa alcanza un valor de USD 8 y 10 por quintal (NACIÓN, 2025).

Sumado a lo anterior los costos de la papa en diferentes provincias varían dependiendo de la región y tecnología empleada en las provincias de Carchi y Pichincha el costo del quintal de papa varía entre \$7 a \$9 dólares; en Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar tiene un valor de \$5 a \$10 dólares por quintal y en las provincia de Cañar y Azuay tiene un costo de \$5 a \$7 dólares por quintal (Racines et al., 2023).

Aunque en el Ecuador, en ciertos meses se genera un excedente de papa, esta no ha sido aprovechada por las industrias licoreras, para producir vodka, dando así nuevas alternativas a los productores de papas.

Las variedades tradicionales como la Super Chola y la Gabriela ofrecen ventajas en el ámbito agroindustrial destacándole por su rendimiento en el campo, su elevado contenido de almidón que favorece a la industria y su resistencia mecánica como de procesamiento (Parmentier, 2020). Cabe destacar que, existe poca investigación en las industrias sobre su comportamiento del almidón de papa dentro de los procesos de fermentación alcohólica, es así que, surge la necesidad de investigar, cuál de estas variedades ofrece mejores características para la elaboración de vodka en términos de rendimiento, calidad sensorial y eficiencia técnica.

1.3 Justificación

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos más importantes en la región andina, no solo por su valor alimenticio, sino también por su potencial agroindustrial.

En 2016, el promedio más alto de producción nacional de las provincias para el cultivo de papa fue de 16,5 t/ha, siendo la provincia de Carchi (24,9 t/ha), Pichincha (21,2 t/ha) y Tungurahua (20,6 t/ha). En el año 2020, la superficie sembrada con papas en Ecuador fue de 25924 hectáreas, la producción total agrícola fue de 408313 toneladas. La producción se distribuyó de la siguiente manera: Carchi produjo el 46%, Tungurahua el 13%, Cotopaxi el 12%, y el restante 29% fue producido en otras provincias (Chamba, 2022).

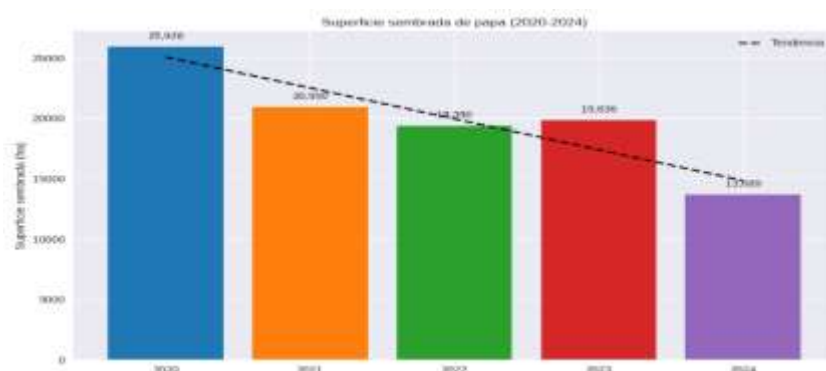
Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC (2023) desde el año 2020 hasta el 2024. La producción de papa en el Ecuador presento diferentes variaciones, tanto en la superficie sembrada (ha) como la cosechada. En el 2020 nos indica que tuvo 25926 ha, con una producción de 408341 toneladas. Para el 2021 la superficie sembrada 20950 con una producción de 244749 en el año 2022 se produjo 19390 hectáreas del tubérculo con una producción de 251433 toneladas a nivel nacional (Espac, 2023).

En 2023, la superficie sembrada fue de 19836 hectáreas y la producción anual fue de 262038 toneladas de papa. Sin embargo, Vásquez (2024) indica que la superficie cosechada en el año 2023 es de 17997 hectáreas además señalo que hubo un incremento de 4,2% del rendimiento e indica que hubo 0,3 millones de toneladas de papa cosechada. Mientras que en el periodo 2024, la superficie total cosechada de papa fue de 13689 hectáreas con una producción de 221187 registrando una disminución del 23,9% con respecto al año anterior (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2025).

En Ecuador, en solo unos pocos años, la producción de papas ha disminuido en una gran cantidad, de 408341 toneladas en 2020 a 221187 toneladas en 2024, lo que representa una disminución de aproximadamente el 46%, (ESPAC, 2023). Esto está ocurriendo debido a muchas cosas, como el aumento en los costos de producción, la caída en la rentabilidad, los efectos de los cambios climáticos y la falta de acceso a tecnología agrícola (SIPA, 2022; UTM, 2023).

Figura 1

Superficie sembrada de papa en el año 2020 al 2024



Nota: De “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua” por ESPAC,2023(https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf)

Ante este panorama, la elaboración de productos de valor agregado como el vodka a partir de variedades de papa Super Chola y Gabriela representa una alternativa para revitalizar el cultivo, y evaluar las diferencias o semejanzas entre estas 2 variedades de papa.

1.4 Objetivos

General

Elaborar vodka a partir de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando las variedades Super Chola y Gabriela, con el fin de evaluar su rendimiento técnico y económico en el proceso de producción

Específicos

- Extraer el almidón de las variedades de papa Super Chola y Gabriela para su uso como materia prima en la elaboración de vodka.
- Determinar el tratamiento óptimo en el proceso de fermentación, considerando su rendimiento y características fisicoquímicas de alcohol obtenido de cada variedad.
- Evaluar los costos de producción asociados a la elaboración de vodka a partir de ambas variedades de papa, identificando la alternativa más viable económicamente.
- Determinar la calidad del producto final, mediante análisis de parámetros fisicoquímicos del vodka obtenido de cada variedad.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco referencial

En los últimos años, la producción de bioetanol a partir de tubérculos ha ganado interés debido a la abundancia y diversidad de especies ricas en almidón, lo que resulta en un proceso rentable que puede incrementar los ingresos de los campesinos. El vodka, una de las bebidas alcohólicas destiladas más consumidas, se elabora con alcohol etílico de origen agrícola derivado de tubérculos y otras plantas con alto contenido de almidón. Su sabor dulce lo hace versátil, ya que se puede disfrutar solo, con hielo o mezclado con frutas, esencias u otras bebidas alcohólicas, lo que lo convierte en un alcohol básico y muy popular (Pielech & Balcerek, M, 2019)

Menciona Solarte et al. (2019) que se evaluó las propiedades reológicas y funcionales de almidones en dos variedades de papa (Colombia y Jardinera) y una variedad mejorada (Latina). Donde se analizó seis propiedades funcionales: contenido de amilosa, índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento, sinéresis y fuerza de fractura del gel. Asimismo, encontraron cinco cosas como la temperatura de máxima viscosidad, formación de pasta, máxima viscosidad, y períodos de ruptura y recuperación de viscosidad. Los almidones tenían un contenido de amilopectina entre 24,82% y 26,27%, y presentaron valores de viscosidad muy altos, alcanzando un máximo de 7202 mPa/s para la variedad Latina. Estas propiedades hacen que los almidones de los tres tipos de papas criollas sean muy interesantes para usos industriales.

En la investigación de Leguía (2017) se evaluó el rendimiento de extracción de almidones, las propiedades funcionales y el color del almidón de cuatro variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum ssp. Andigenum*): Puma maqui, Cuchi pelo, Yana palta y Qayma marcela. Estas variedades de papas evaluadas presentaron un rendimiento de extracción de 11,36% y 13,55%, uno de los factores claves para la gelatinización de almidones es la temperatura que oscila de 59,9° C a 63,4°C, también se analizaron factores como índices de absorción de agua, hinchamiento de almidón, densidad y color obtenido después de la gelatinización con ayuda de un colorímetro analizando así la luminosidad de pulpa donde se observó una tendencia de color gris claro, siendo una característica esencial para los cuatro almidones de papas.

Por su parte, Vargas & Flores (2021) plantea la evaluación de la papa araq uno de los tubérculos que crece naturalmente en diversos campos de cultivo, como maizales y habales, y generalmente pasa desapercibido a pesar de su buen sabor. Uno de sus principales componentes es el almidón. Dentro de este estudio se plantea determinar las características químicas de araq, su rendimiento en almidón mediante su extracción y evaluación de las propiedades funcionales, usando reómetro híbrido y un multicalorímetro, donde se reveló que los geles tienen un comportamiento no newtoniano. Dentro de estas transiciones evaluadas nos indica que los geles tienden a mostraron temperaturas de inicio, pico y final más bajas. En cuanto al rendimiento de almidón se obtuvo un 10,19%, dentro de los análisis químicos como humedad es de 9,43%, ceniza 0,04%, grasa 0,51%, mientras que la

temperatura para gelatinización es de 62°C. Estos resultados se encuentran dentro del rango de los almidones comerciales.

De acuerdo con Maigualca (2021) nos indica que la destilación de vodka mediante un proceso que comenzó con la extracción del almidón de dos tipos de papas (chaucha y superchola). Luego se preparó el mosto, al cual se le aplicaron dos tipos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en bloque y polvo con alfa amilasa para la hidrólisis. Durante 15 días, se midió y ajustó diariamente el pH y cada 3 días se monitorearon los grados °Brix. El pH empezó en 4,5 (ajustado con ácido cítrico) y los grados °Brix en 8,5, mejorando hasta llegar a un pH de 3,87 y 6,40 grados °Brix al final del periodo. Las pruebas organolépticas destacaron el tratamiento 4 como el mejor en términos de olor, color y sabor. El análisis fisicoquímico del tratamiento 4 (almidón de papa chaucha + levadura en polvo) mostró 4,04% v/v de alcohol, 55,68 mg/100ml de alcoholes superiores, 0,36 mg/100ml de metanol y 0,38 mg/100ml de furfural, cumpliendo con los parámetros de la NTE - INEN 369.

El objetivo principal de la investigación de Herrera (2019) fue determinar el mejor rendimiento en producción de vodka usando una hidrólisis enzimática con diferentes variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay. Donde la variedad Tumbay tuvo un mejor rendimiento con un 11,01% de vodka con un almidón de 15,5%, mientras que la variedad Huagalina obtuvo un rendimiento del 9,42% respecto al 13,26% de almidón. Los resultados de los análisis fisicoquímicos del vodka finalizado fueron los siguientes:

- Ésteres: 3,85 mg/100 mL para Tumbay y 3,75 mg/100 mL para Huagalina.
- Aldehídos: 0,41 mg/100 mL para Tumbay y 0,40 mg/100 mL para Huagalina.
- Metanol: 0,025 mg/100 mL para ambas variedades.
- Acidez total: 3,7 mg/100 mL para Tumbay y 3,0 mg/100 mL para Huagalina.
- Grado alcohólico Gay Lussac: 42,25 para Tumbay y 45,58 para Huagalina.

Según la investigación realizada por Salas (2018) la enzima *alfa amilasa* es ampliamente utilizada en bioprocesos la misma que se encuentra presente en la naturaleza. Esta enzima permite romper enlaces glucosídicos (1 → 4) en almidones, glucógeno y malto oligosacáridos, lo que produce cadenas más cortas de oligosacáridos y glucosas pequeñas. Estas reacciones ocurren internamente, clasificando a estas enzimas como endohidrolasas. Los sitios activos se encuentran en grietas sin barreras, así como en cadenas terminales con enlaces (1 → 4). La alfa amilasa ataca progresivamente la cadena de polisacáridos a través de múltiples rupturas antes de dejar de catalizar. La ruptura final mantiene la configuración alfa sobre el grupo hidroxilo anómero.

Según Meléndez (2020), la licuefacción es el proceso donde el almidón se hidroliza p a dextrinas durante 2 horas usando enzima α -amilasa, conocida por soportar altas temperaturas. La sacarificación, dura entre 12 y 48 horas dependiendo del grado de hidrólisis. Estas enzimas inician la hidrólisis en los extremos no reductores de la molécula mediante enlaces α -1,4 y α -1,6, generando dextrinas, maltosa y finalmente glucosa. La temperatura óptima para este proceso varía entre 60 °C y 75 °C. Los azúcares obtenidos del almidón se convierten en etanol mediante fermentación anaerobia con (*Saccharomyces*

cerevisiae). Para optimizar la fermentación alcohólica, es crucial controlar factores como el oxígeno, nutrientes, temperatura, pH, concentración de glucosa y el efecto del etanol en las enzimas.

Por otra parte, Ordoñez (2022) indica que la extracción de almidón se realizó mediante el método de molienda húmeda. Inicialmente, las papas chinas pasaron por un proceso de desinfección, pelado y cortado en trozos pequeños. En el caso de las ocas, se trabajó directamente sin pelar, solo lavándolas y cortándolas a 2 cm. La materia prima se sumergió en una solución de 0,015% de meta bisulfito de sodio, dejándola reposar por 20 minutos. Después, las partículas se trituraron en un extractor de jugo. Por último, el almidón se recuperó mediante una filtración, este proceso se repitió tres veces. Luego se dejó reposar durante 24 horas; mientras que la papa china, tuvo un reposo de 42 horas para maximizando la extracción de almidón. El almidón se lavó con agua destilada y se secó a 45°C durante 3 horas.

En el estudio de Miranda & Molina (2015), nos habla sobre la producción de vodka, usando la licuefacción, proceso donde el almidón se hidroliza a dextrinas, dejando reposar 2 horas y emplea la enzima α -amilasa. Los azúcares obtenidos del almidón se transforman en etanol mediante fermentación anaeróbica con (*Saccharomyces cerevisiae*). Para asegurar la eficiencia de la fermentación alcohólica, es crucial controlar varios factores como el oxígeno, nutrientes, temperatura, pH, concentración de glucosa y el efecto del etanol en las enzimas.

En el caso de Bolivia, Huayta (2016) estudió la optimización de la producción de bioetanol, mediante la hidrólisis enzimática del almidón de la papa cardenal, a partir del estudio de condiciones adecuadas. Para ello, estableció un diseño de 2 niveles y 3 variables: (1) masa de enzima amilasa (MEA), (2) pH de la solución y (3) temperatura del proceso de hidrólisis durante 2 horas. Se obtuvo una concentración de azúcares totales de 11 %. Luego se optimizaron condiciones y se alcanzó una concentración de 14 % de azúcares totales en 2 horas y 30 min. Durante la fermentación alcohólica, se obtuvo un grado alcohólico de 6,041° GL en un periodo de fermentación del mosto de 24 días usando la levadura (*Saccharomyces bayanus*) bajo las condiciones recomendadas.

En cuanto a Perú, Anaya & Mantero (2019) lograron producir vodka a partir del almidón de tres variedades de papa (canchan, hualash y huayro moro). Realizaron un estudio experimental aplicado, evaluando el rendimiento, análisis sensoriales y propiedades fisicoquímicas del almidón y del vodka. La variedad huayro moro tuvo el mayor rendimiento con 14,11%, un pH de 6,23, humedad de 11,84% y viscosidad de 34000 cP. No se encontraron diferencias significativas en sabor y color entre los tratamientos.

Montero (2022) evaluó la combinación de papa Gabriela (*Solanum tuberosum*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) para producir vodka. Realizó tres tratamientos (T1, T2, T3) con tres repeticiones cada uno para obtener almidón y posteriormente vodka. Los resultados se analizaron considerando los detalles de los congéneres, los grados alcohólicos obtenidos y la acidez obtenida. Respecto al método de extracción de almidón por vía húmeda, debe saber que se utilizaron 0,8 kg de cada tubérculo y se mezclaron los almidones, posteriormente, con 5,25 g de malta cebada y 4,2 g de levadura; correspondientes

a los tratamientos T1, T2 y T3 en la relación 3.15 g. En consideración de los resultados obtenidos, los parámetros del proceso fueron los siguientes: la temperatura de gelatinización fue de 70 °C en agitación por 1 hora, y la temperatura de fermentación de 22 °C durante 5 días. Se realizaron tres destilaciones del mosto: la primera a 72,8 °C en un equipo de destilación simple, y las últimas en un rota vapor a 300 mmHg durante 45 minutos a 85 °C.

En otro estudio realizado por Chamoro (2021) donde se evaluó la incorporación de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la producción de vodka artesanal “La Destilería” para añadir valor al licor sin alterar las características base del vodka. Se realizó un tratamiento térmico al fruto para preservar sus propiedades organolépticas y se llevaron a cabo dos experimentos para determinar la mejor etapa para añadir el fruto (maceración o fermentación), resultando la fermentación como la más adecuada según pruebas sensoriales y encuestas. El producto pasó análisis microbiológicos, confirmando su aptitud para el consumo humano, y se llevaron a cabo pruebas fisicoquímicas para determinar el porcentaje de alcohol y el pH de la bebida. Se establecieron las condiciones técnicas para la producción de vodka con maracuyá y, mediante un análisis de costos, se concluyó que el proyecto es viable económicamente.

2.1.1 Papa (*Solanum tuberosum*)

La papa pertenece al orden Solanales, familia *Solanaceae*, género *Solanum*; nombre científico *Solanum tuberosum* L. Es originaria de los Andes y es uno de los alimentos más consumidos en el mundo. La papa, *Solanum tuberosum* L., perteneciente a la familia de las solanáceas, corresponde a una especie dicotiledónea anual; sin embargo, debido a su capacidad de reproducción por tubérculos, puede comportarse potencialmente como una especie perenne (Parmentier, 2020).

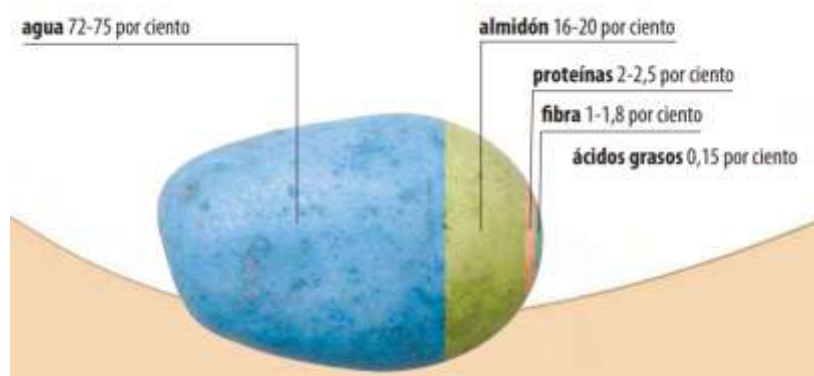
En el Ecuador diversidad climática ha sido un factor importante para la producción de papa en la región sierra, en efecto hace que el cultivo de papa tenga dos épocas que van desde el mes de mayo a junio y de octubre a diciembre, cabe recalcar que también existen suelos adecuados para el cultivo de papa durante todo el año (Suquilanda, 2024)

La papa se destina principalmente a la alimentación humana como producto fresco. Sin embargo, su consumo como alimento procesado ha ido adquiriendo cada vez más importancia; en este sentido, destacan fundamentalmente las papas prefritas congeladas y las papas fritas en forma de hojuelas. Otros productos industriales de importancia relativamente menor, son el puré deshidratado y la harina (Parmentier, 2020).

El valor nutricional de la papa se indica en la Figura 1. Por cada 100 g de pulpa aporta: 95 calorías, el valor de carbohidratos es de 21,6 g; mientras que su proteína es de 2 a 2,5 g; con un contenido de ácidos grasos de 0,15 g, Fibra de 1 a 1,8 g y un contenido de agua de 72 a 75 g. Al mismo tiempo la papa nos aporta vitaminas como: (niacina, tiamina, riboflavina, vitamina C) y minerales importantes para el cuerpo humano (hierro, calcio, fósforo, potasio). Cabe destacar que la papa desde la antigüedad ha sido un alimento apreciado a nivel mundial por sus aportes nutricionales, así mismo este alimento es usado dentro de la gastronomía (Chamba, 2022).

Figura 2

Composición química de la papa



Nota. De “La papa” por FAO, 2020 (<https://www.fao.org/4/i0500s/i0500s02a.pdf>)

Características agronómicas

En las Tablas 1 y 2 se presentan las características agronómicas de la papa superchola y Gabriela:

Tabla 1

Características agronómicas papa superchola

Características papa chola		
Maduración		180-210 días
Rendimiento		20-30 t/ha
Altitud de cultivo:		2800 - 3400 m s.n.m.
Número de tubérculos		20-25
Período de dormancia:		80 días
Cont. de materia seca:		22-24%
Enfermedades:		Susceptible a lancha (<i>Phytophthora infestans</i> Mont. de Bary) Medianamente resistente a roya (<i>Puccinia piittieriana</i> P. Hennings) Tolerante al nematodo del quiste (<i>Globodera pallida</i> Stone Behrens)
Usos	Consumo fresco	Sopas y puré
	Consumo procesado	Papas fritas en forma de hojuela y tipo bastón

Nota: De “Catalogo de variedad de papa del Ecuador” por Cuesta et al. (2022).

Tabla 2*Características agronómicas papa Gabriela*

Características papa Gabriela	
Maduración	Tardía (180 - 210 días)
Rendimiento	30 t/ha
Altitud de cultivo:	2800 - 3400 m s.n.m.
Número de tubérculos	8-10
Período de dormancia:	80 días
Cont. de materia seca:	19-20%
Enfermedades:	Susceptible a lancha (<i>Phytophthora infestans</i> Mont. de Bary) Moderadamente resistente a roya (<i>Puccinia pittieriana</i> P. Hennings). Tolerante al nemátodo del quiste (<i>Globodera pallida</i> Stone BehrAens). Resistente a la roña (<i>Spongospora subterranea</i> Wallr)
Usos	Puré y tortillas Consumo fresco Consumo procesado

Nota: De “Catalogo de variedad de papa del Ecuador” por Cuesta et al. (2022).

2.1.2 Almidón de papa

El almidón es un polisacárido que está presente en los alimentos como la papa, yuca, maíz, trigo y arroz. Sin embargo en la papa el almidón presente es de 15-20% además se destaca que el almidón de papa procesado se lo considera puro en comparación a otro tipo almidones (Mejia et al., 2021)

La calidad del almidón es muy similar a la del almidón de papa, y está determinada, entre otros, por el tamaño y la distribución de sus gránulos, la composición mineral, la relación amilosa/amilopectina, y el contenido de estructuras como ésteres fosfato. Los gránulos de almidón son muy variables, y los más grandes son los de papa y plátano, mientras que los más pequeños son los de arroz y avena (Salas, 2018).

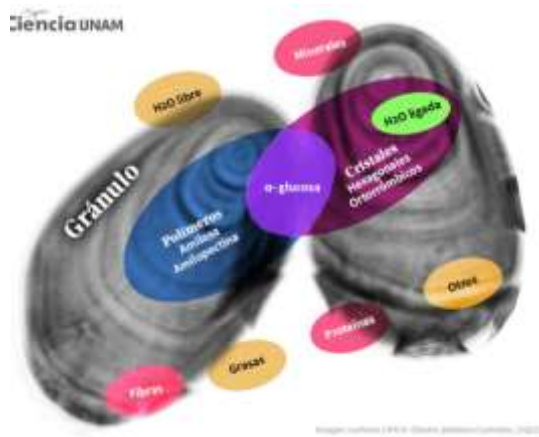
Composición del almidón.

Los almidones se componen de dos polisacáridos: amilosa y amilopectina formados por glucosa. La amilosa tiene una forma lineal enlazadas a cadenas de glucosa (1-4), su peso molecular es de 1 millón daltons o g/mol. La amilopectina forma cadenas lineales con ramificaciones unidas por glucosa de α (1-6) y su peso molecular es de 10 y 500 millones daltons o g/mol (Dicenta, 2015).

El almidón se considera un carbohidrato, aunque también está conformado por partículas altamente cristalinas de glucosa y dos macromoléculas poliméricas que, efectivamente, son carbohidratos: la amilosa y la amilopectina. Así mismo, el almidón contiene pequeñas cantidades de grasas, proteínas, agua, tanto en forma libre como en forma de una red de hidratos, y en forma de un complejo ordenado de gel, en forma un lípido, como un fosfolípido, en aminoácidos y en fibras que son solubles o que son insolubles, y en algunos minerales como el calcio, el potasio, el fósforo, el azufre, el aluminio, el magnesio, el sodio, el boro, etc. (Castillo et al., 2022).

Figura 3

Composición del almidón



Nota: de “El don del almidón: la partícula espesante” por Castillo et al., 2022 (<https://ciencia.unam.mx/leer/1262/el-don-del-almidon-la-particula-espesante>)

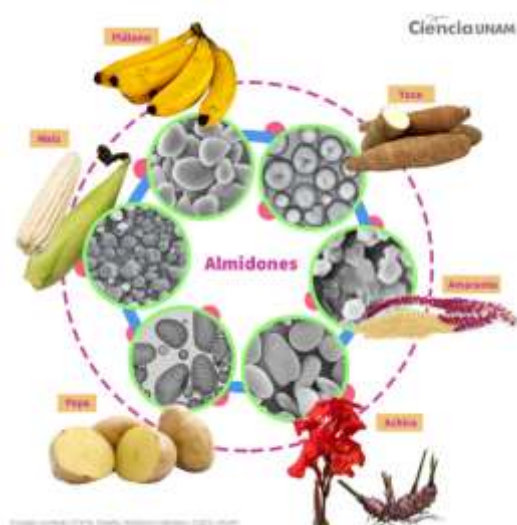
Estabilidad térmica del almidón de papa.

El almidón de papa tiene una temperatura de gelatinización baja (60–65°C) a diferencia del almidón de maicena (62–72°C), por lo que tiende a espesar líquidos más rápido que la maicena cuando se aplica calor. Al mismo tiempo, tolera temperaturas más altas durante períodos cortos de cocción. Sin embargo, el almidón de papa es menos estable al calor a diferencia a otros almidones que no se degradan a bajas temperaturas, el tiempo de cocción de estas debe tener tiempos más prolongados para una mejor gelatinización, la misma que permitirá tener mejores resultados. En este caso el almidón de papa es más recomendable usar gracias a su cocción lo que permite tener mejores resultados a la hora de convertir el almidón en geles (CHIN, 2021).

En la figura 3 se observa diferentes tipos de almidón vistos desde la parte química, donde se encuentra el maíz como un cereal, papa, yuca con un tubérculo y el plátano siendo este una fruta muy consumida por el ser humano.

Figura 4

Tipos de almidón presente en los alimentos



Nota: de “El don del almidón: la partícula espesante” por Castillo et al.,2022 (<https://ciencia.unam.mx/leer/1262/el-don-del-almidon-la-particula-espesante>)

Usos de almidón de papa.

Dentro del área industrial que no está relacionado con el alimentario, el uso del almidón ha cobrado cierto interés, debido a que es un recurso importante en la elaboración de productos de farmacia y de la cosmetología. Este sirve para aglutinar y compactar los principios activos de las cápsulas, mejorar la textura y permitir la mezcla de los diferentes ingredientes en las cremas, lociones, polvos faciales y también sirve como un absorbente en los jabones. Además, en la industria del papel el almidón cumple también una función importante al servir para unir las fibras de celulosa y en la elaboración de algunos pegantes, en los que se utiliza su facultad de adhesión (Mejia et.al, 2021).

El almidón, gracias a su composición química tan variada, se ha convertido en un ingrediente muy útil y adaptable en diferentes industrias. Tanto en la alimentaria como en la no alimentaria, se aprovechan sus propiedades para espesar, dar textura, formar geles, retener agua y actuar como adhesivo. Por eso, se le considera un componente funcional muy versátil, capaz de mejorar la calidad y el rendimiento de muchos productos que se a diario (Mejia et al., 2021).

El almidón tiene diferentes aplicaciones las industrias como: farmacéutica, textil, cosmética, alimenticia, para producir detergentes, bioplásticos, alimentos, tinta, aditivos, medicamentos, textiles, cosméticos. entre otros (Castillo et al.,2022).

Uso de almidón en la producción de vodka

La producción de bebidas alcohólicas fermentadas a partir de almidón es una práctica ancestral. Por lo tanto en los países como Reino Unido se usa cebada para elaborar whisky de malta, mientras que otros cereales se utilizan para producir alcohol de grano. En

Norteamérica predominan el maíz y el centeno; este último aporta un sabor distintivo, aunque fermenta con menor eficiencia que el maíz.

Por otra parte, las papas son una fuente relevante de almidón para elaborar bebidas alcohólicas como el vodka. En Alemania y Escandinava, las paspas son la base principal para la elaboración del vodka la misma que es considerada como una nueva alternativa popular, ya que no contiene gluten. En general, el vodka se clasifica en neutro, con sabor, sin sabor y regional (Nevulyte, 2016)

2.1.3 Vodka

Según la norma INEN, el vodka se define como una bebida alcohólica obtenida mediante la hidratación del alcohol etílico rectificado extra neutro, proveniente de productos naturales y tratado de manera que carezca de carácter, aroma o gusto. Para ser considerado vodka, debe tener un contenido mínimo de 37,5% de alcohol y no se permite la adición de edulcorantes, colorantes ni saborizantes. Esta definición destaca la pureza y neutralidad del vodka, que son características fundamentales (INEN, 2016)

El vodka es un licor que resulta de la fermentación y posterior destilación de materias primas que son ricas en almidón como, por ejemplo, granos (trigo, centeno) y también tubérculos (papas). Este licor tiene un sabor neutro y un alto volumen de alcohol que varía entre el 37,5% y el 50%. Con el pasar del tiempo, su producción se ha modernizado, obteniendo un vodka de mejor calidad. Debido a su gran popularidad y versatilidad, el vodka se ha ganado un lugar en la coctelera y en el recetario de cócteles de uso en la coctelera de uso en coctelería y bartending (Gil, 2022)

Usos

Dentro de los usos del vodka se tiene: para ahuyentar insectos, eliminar moho y hongos, quitar manchas, aliviar la picazón de una picadura de medusa y mucho más. Incluso si no lo bebes, hay una buena razón para tenerlo a mano. Toma una botella de vodka del mueble bar (o del montón de productos de limpieza bajo el fregadero) y aprovecha su poder inusual con estos usos inusuales del vodka, además de beberlo. El vodka prácticamente no tiene olor (sobre todo comparado con bebidas con aromas más fuertes como el vino o la cerveza) y, gracias a su alto contenido alcohólico, es un desinfectante natural (Bizzarri, 2022).

2.1.4 Enzimas

Se puede decir que los catalizadores de las reacciones biológicas son potentes y eficientes, actúan en pequeñas cantidades y se recuperan al igual que las catalasas, son productos de reacciones, pero al igual que los catalizadores, no realizan reacciones que no sean posibles de llevar a cabo y se adecuan a los balances energéticos de las reacciones (Basantes et al, 2020).

El producto GRANOZYME A FUNGAL 2500 es una enzima *alfa-amilasa* fungal diluida cuyo organismo de producción es el *Aspergillus oryza*, es un producto de grado alimenticio.

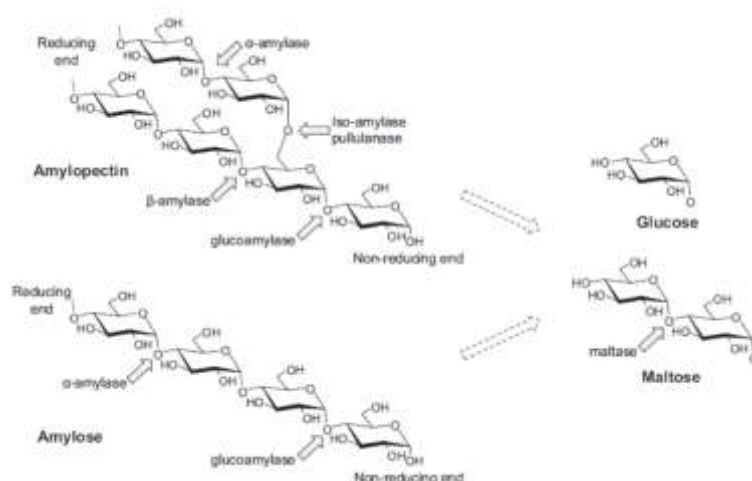
Su composición es: Enzima *alfa-amilasa* fungal, harina de trigo, almidón de maíz, carbonato de calcio y fosfato tricálcico.

La α -amilasa de origen fúngico actúa sobre los almidones, los hidroliza a dextrinas, y éstas se descomponen a maltosa y glucosa. Estos azúcares son fuente energética y favorecen una mayor producción de CO₂ más eficiente, lo que impacta positivamente en el volumen y perfil sensorial del producto final. Además, la acción enzimática también colabora a disminuir la retrogradación del almidón, prolongando así la vida útil del producto (Alimentosecuador, 2024).

En la Figura 4 se puede observar la reacción de alfa amilasa en la estructura de amilosa y amilo pectina.

Figura 5

Reacción de alfa amilasa en el almidón



Nota. Enzimas utilizadas para etiquetas limpias en la industria alimentaria. Como se cita en Alimentosecuador (2024).

La enzima α -amilasa fúngica actúa a un pH óptimo 5-7, temperatura óptima 65°C y temperatura de inactivación de 75°C. La Dosificación recomendada es de 0.25g de GRANOZYME A FUNGAL 2500 por cada 50 kg de harina (equivalentes a 5 ppm), para asegurar una buena homogeneización. Sin embargo, las dosificaciones para cada producto se deberán analizar dependiendo las pruebas de laboratorio.

En la Tabla 3 se indica las características fisicoquímicas de esta enzima.

Tabla 3

Características físicas - químicas enzima alfa-amilasa fungal .

Características Físico-Químicas*	Unidades	Especificaciones
Apariencia		Polvo de libre fluidez de color crema a marrón claro
Humedad (130°C)	%	Máx. 12
Actividad enzimática	FAU/g	Mín. 2500
Características Microbiológicas**	Unidades	Especificaciones
Recuento total de aerobios	UFC/g	Máx. 10000
Mohos y levaduras	UPC/g	Máx. 1000
Coliformes	UFC/g	< 10

2.1.5 Levaduras

La *S. cerevisiae* componente esencial de la civilización humana debido a su amplio uso en la fermentación de alimentos y bebidas, teniendo así una gran importancia comercial. En la industria europea de la levadura, se produce anualmente un millón de toneladas, de las cuales aproximadamente el 30 % se exporta a nivel mundial. La tasa de crecimiento anual del mercado mundial fue del 8,8 %, en la producción de muchas bebidas fermentadas, como vino, cerveza y sidra; bebidas destiladas, como ron, vodka, whisky, brandy y sake; mientras que en otras bebidas alcohólicas en todo el mundo (Parapouliet al.,2020)

También la levadura tiene una gran capacidad para la producción de alcohol, y CO₂ la misma que se produce por una fermentación de azúcares.

2.1.6 Normativa

En la Tabla 4 se indica los requisitos impuestos para las bebidas alcohólicas tipo vodka, donde se analiza los siguientes parámetros, grados alcohólicos, metanol, Furfural y alcoholes superiores.

Tabla 4

Requisitos bebidas alcohólicas vodka INEN 369-2016

REQUISITOS	UNIDAD	MIN	MAX.	METODO DE ENSAYO
Alcohol, fracción, volumétrica	%	37,5	-	NTE INEN 340
Metanol	mg/100cm ³ *	-	1,5	NTE INEN 2014
Furfural	mg/100cm ³ *	-	0	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores**	mg/100cm ³ *	-	0,7	NTE INEN 2014

*el volumen de 100 cm³ corresponden al alcohol absoluto

**alcoholes superiores comprenden: Isopropanol, isobutanol, isoamilico, amílico

Nota: adaptado de Norma técnica ecuatoriana (INEN, 2016) *Bebidas alcohólicas vodka*.

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación.

Este estudio se realizó mediante una investigación cuantitativa, centrada en la medición y análisis de variables para la elaboración de vodka a partir de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*): Chola y Gabriela. Donde se evaluó diferentes métodos para la obtención de almidón y formulación para la fermentación de vodka usando almidón de papa además se evaluó los costos de producción de vodka y así mismo se analizó el producto final obtenido.

3.2 Diseño Experimental

La investigación fue de tipo experimental con un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con tres repeticiones en cada paso (obtención del almidón y obtención de alcohol) en dos variedades de papa (Chola y Gabriela).

Se evaluó la eficiencia de extracción del almidón por diferentes métodos de desintegración mecánica del tubérculo mediante vía húmeda con el fin de facilitar la liberación y recuperación del almidón, es decir diferente tamaño de partícula con una relación de agua de 1:2, además la codificación utilizada se indica en la Tabla 5.

Tabla 5.

Codificación de los tratamientos usados para obtener almidón

Método	Descripción
RpCH	Proceso mediante un rayado pequeño de la papa Super Chola
RmCH	Rayado mediano papa super Chola
RgCH	Rayado grande papa Super Chola
LCH	Licudo papa Super Chola
RpGA	Proceso mediante un rayado pequeño de la papa Gabriela
RmGA	Rayado mediano papa Gabriela
RgGA	Rayado grande papa Gabriela
LGA	Licudo papa Gabriela

Posteriormente, se procedió a la elaboración de vodka de papa, utilizando la enzima alfa-amilasa fungal diluida de la marca GRANOZYME A FUNGAL 2500 para hidrolizar los enlaces alfa-(1,4)-glucosídicos del almidón, produciendo azúcares más pequeños, como dextrinas, maltosa y glucosa. Luego de la hidrólisis se adicionó levaduras *S. cerevisiae* para la fermentación. Finalmente, se llevó a cabo la caracterización del producto final donde se analizó grado alcohólico, acidez, esterres, aldehídos, Furfural, alcoholes superiores y metanol y se comparó los resultados con los requisitos establecidos en la norma técnica NTE-INEN 369.

Finalmente se realizó un análisis de costos para lo cual se consideró costos de materia prima, mano de obra y otros gastos empleados para la elaboración de vodka con las dos variedades de papa.

3.2.1 Procedimiento de extracción de almidón

- **Recepción de materia prima:** Las papas se seleccionaron según su buen estado y tamaño. Estas papas fueron lavadas para quitar las impurezas y luego, con la ayuda de un pelador, se retiró la cáscara.
- **Triturado y obtención de almidón:** Para este procedimiento, se rallaron a mano 100 g de papas peladas, utilizando ralladores de diferentes grosores, para obtener pastas de texturas fina, media y gruesa. Cada una de estas pastas se colocó en un recipiente y se agregó agua en una proporción de 1:2 (papa:agua). La mezcla se agitó durante 5 minutos para mejorar la liberación de almidón.

Por otra parte, en una licuadora se añadió papa pelada y cortada en agua, en una proporción de 1:2. La mezcla se introdujo en una licuadora y se licuó durante 30 segundos para facilitar la liberación del almidón.

- **Lavados y Concentración de almidón.** Se realiza varios lavados cambiando el agua cada vez hasta comprobar mediante el ensayo de yodo que todo el almidón fue recuperado. El líquido lechoso obtenido se dejó reposar durante 24 horas.
- **Secado:** El almidón concentrado se seca usando una estufa con una temperatura de 45°C por 3 horas.
- **Tamizado:** Se tamiza para obtener el tamaño de partícula deseado.
- **Rendimiento.** El porcentaje de rendimiento de almidón se calcula empleando la siguiente ecuación

$$\%rendimiento = \frac{\text{almidon extraido}}{\text{peso papa}} \times 100$$

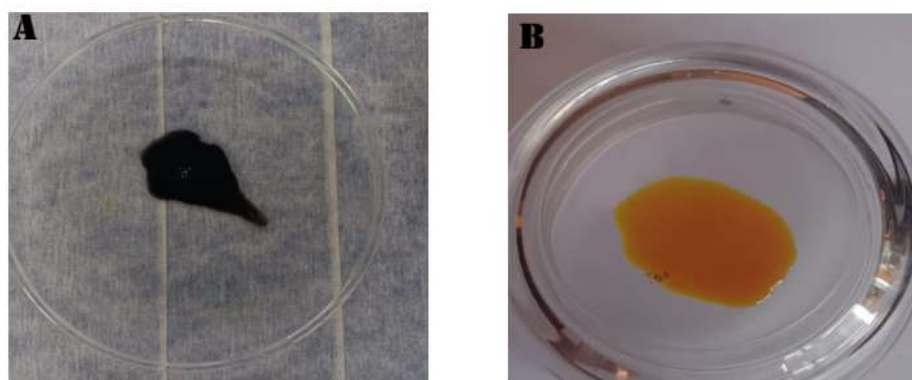
3.2.2 Hidrolisis por vía enzimática

- **Preparación de almidón:** Se tomó una muestra de 200g de almidón de cada variedad de papa. A cada muestra se le adicionó agua destilada en una proporción hasta completar 800 ml y se procedió a agitar manualmente hasta alcanzar una mezcla completamente homogénea.
- **Cocción de almidón:** La mezcla se llevó a una estufa y se sometió a una cocción de 30 minutos hasta llegar a una consistencia gelatinosa transparente.

- **Hidrolisis:** Se dejó enfriar la muestra hasta llegar a una temperatura de 70°C y se adicionó la enzima (*alfa amilasa*) 0,38 g, que rompe las cadenas largas de almidón convirtiéndolas en azúcares fermentables.
- **Prueba de yodo:** se tomó 1ml de muestra, colocándole en un vidrio y se adicionó 2 gotas de yodo (lugol), la persistencia de color azul oscuro o negro es señal de la presencia aun de almidón. Tras una reacción de hidrólisis enzimática de 1 hora la prueba del lugol dio resultados negativos (Figura 5).

Figura 6

Prueba de lugol



Nota. A= prueba positiva (presencia de almidón) y B = prueba negativa

3.2.3 Etapa de fermentación

- Después que se realizó el proceso enzimático con *alfa amilasa* se procedió a medir el pH inicial y grados °Brix.
- Posteriormente se ajustó el pH a 4,5 y a 21°Brix manteniendo la temperatura a 28°C.
- Se adicionó Levadura *Saccharomyces cerevisiae* con concentraciones de 2%
- Se colocó en los frascos fermentadores utilizando válvulas airlocks para evitar el ingreso de oxígeno y se conserve así las condiciones anaeróbicas.
- Se dejaron en baño maría con el fin de mantener la temperatura en un rango de 26 a 28 °C durante el tiempo de fermentación.
- Las botellas fueron agitadas periódicamente para favorecer el proceso.
- La fermentación tuvo una duración de entre 8 a 15 días, dependiendo de la liberación de dióxido de carbono (CO₂), considerándose finalizado el proceso cuando ya no se evidenció la producción de gas.

3.2.4 Proceso de destilación:

Para llevar a cabo el proceso de destilación el producto obtenido después de la fermentación se registró el peso y procedió a filtrar para separar las impurezas, registrándose además el volumen final obtenido.

A continuación, se procedió a la destilación, eliminando cabezas y colas. Finalmente, el destilado fue almacenado en frascos de vidrio, lo que permitió conservar su olor característico y evitar modificaciones en sus propiedades.

Se desodorizó mediante un tratamiento químico utilizando permanganato de potasio y carbón activado para retirar el olor y finalmente se ajustó el grado alcohólico a 40%.

3.2.5 Costos de producción del vodka

Para los costos de producción de vodka de papa de 750ml se tomó como la unidad de análisis individual, donde se calculó los insumos y materiales requeridos para la obtención de vodka clasificándoles en categorías como: Materia Prima, empaques, energía, servicios y mano de obra.

Materia prima: papas, levadura, enzima *alfa amilasa*, agua, azúcar y ácido cítrico.

Empaque: botella de 750ml

Energía y servicio: se consideró gas y energía eléctrica como costos operativos indirectos ya que formaron parte de la producción de vodka.

Mano de obra: Tiempo empleado para producir el vodka de papa

Una vez definido cada material empleado para la producción de vodka se procedió a indicar la unidad de cada insumo usado para elaborar vodka, además de la cantidad y su valor unitario, después se multiplico la cantidad empleada por el valor unitario de cada insumo para sacar el total del costo una vez obtenido este valor se aplicó la fórmula que se indica a continuación.

$$CP = MP + MOD + CIF$$

CP= Costos de producción

MP=Materia Prima

MOP= mano de obra directa

CIF= Mano de obra indirecta

Una vez que se obtuvo el costo de producción se procedió a buscar el costo unitario para la botella de 750 ml de vodka, empleando la fórmula del valor unitario.

$$\text{costo unitario} = \frac{\text{costo de produccion}}{n \text{ de unidades producidas}}$$

Después de obtener al valor unitario se procedió a comparar los costos unitarios de vodkas que se encuentran en el mercado local.

3.2.6 Diagrama de proceso

Figura 7

Diagrama del proceso de obtención de almidón

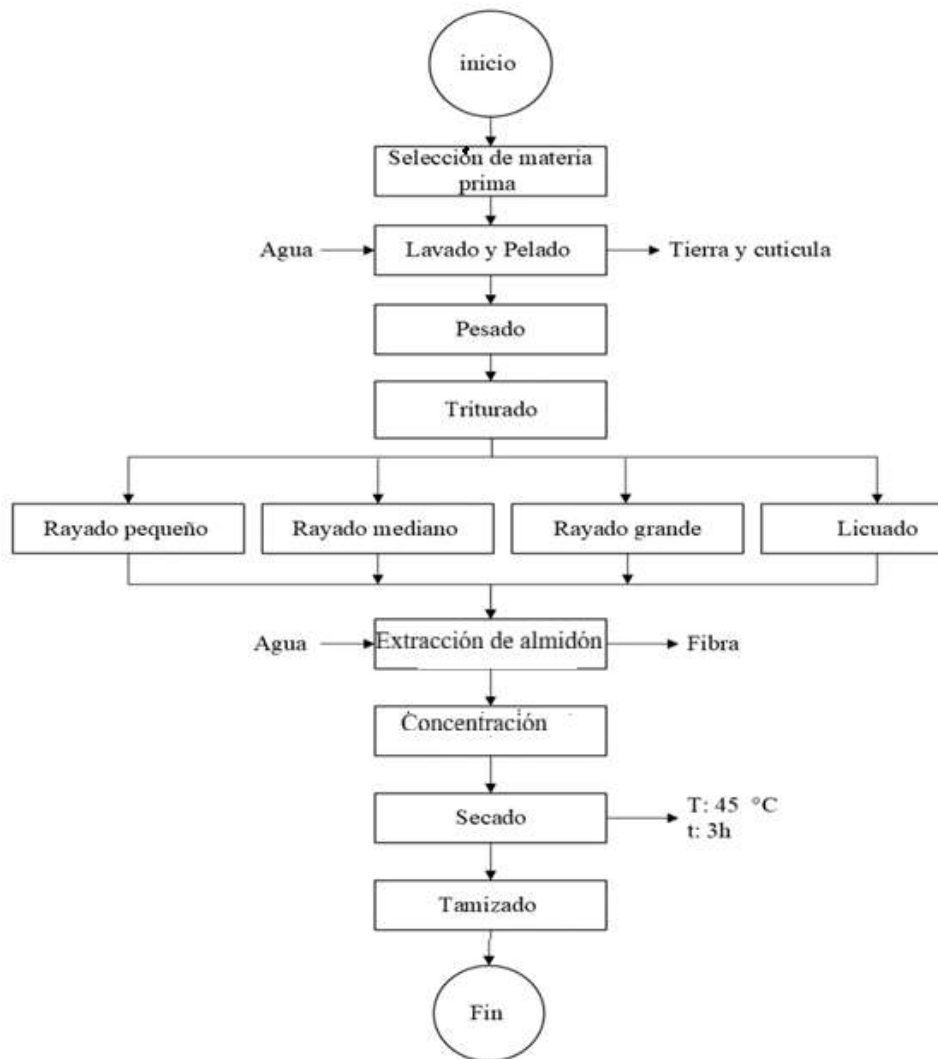
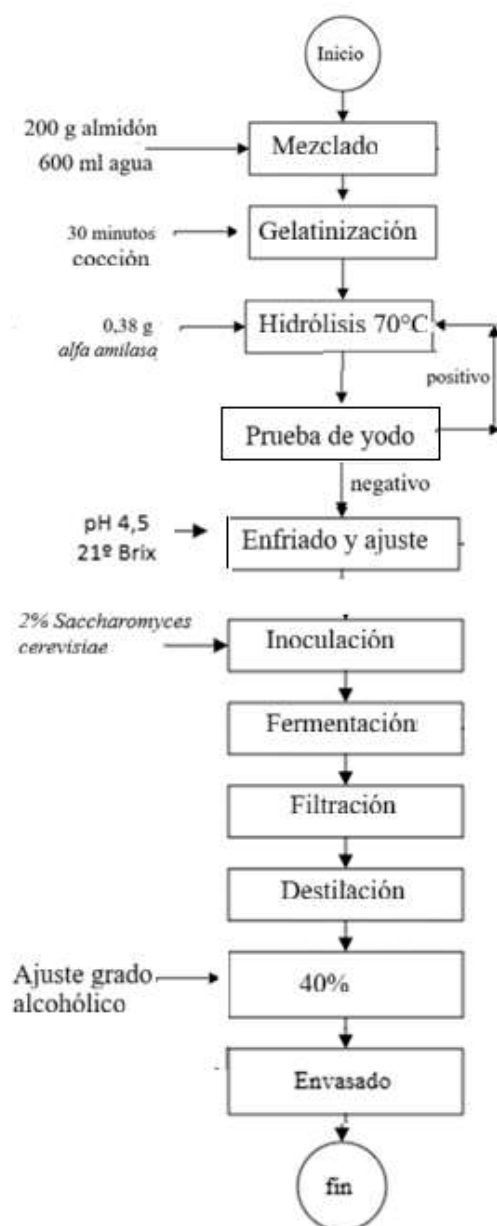


Figura 8

Diagrama de elaboración del vodka



3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Los datos son obtenidos de rendimiento de almidón, del proceso de fermentación, de los análisis fisicoquímicos del vodka, y del cálculo de costos.

Para el rendimiento de almidón se registró los pesos de la papa pelada, pesos de la papa triturada, cantidad de agua, cantidad de almidón seco y se calculó el % de rendimiento.

En cuanto a los análisis fisicoquímicos las técnicas y procedimientos utilizados se describen a continuación:

Análisis de grado alcohólico

Para determinar el contenido de etanol se lo realizó siguiendo el de la norma técnica ecuatoriana INEN NTE INEN 340, que establece el método para determinar el contenido de alcohol etílico en bebidas alcohólicas mediante destilación y uso de un alcoholímetro de vidrio. El procedimiento que se siguió fue:

- Se lavó minuciosamente el equipo de destilación con agua destilada y posteriormente se procedió a ensamblarlo.
- El matraz fue enjuagado con una parte de la muestra y luego se llenó hasta sobrepasar la marca de 100 ml, colocándole su respectivo tapón.
- El matraz se colocó en un baño de agua a temperatura constante de $20 \pm 0,5$ °C (de acuerdo con el tipo de alcoholímetro) durante 20 minutos; luego, con ayuda de una pipeta, se retiró el excedente para ajustar el volumen exactamente a 100 ml.
- El contenido del matraz se transfirió al equipo de destilación, realizando el lavado del matraz con tres porciones de 10 ml de agua destilada, las cuales se incorporaron al mismo sistema de destilación. Se añadieron núcleos de ebullición.
- Se llevó a cabo la destilación de manera lenta, recolectando el condensado en un matraz volumétrico de 100 ml que contenía previamente 10 ml de agua destilada, hasta obtener aproximadamente 80 ml de destilado.
- El matraz se colocó en un baño de agua a $20 \pm 0,5$ °C durante 20 minutos y, posteriormente, se completó cuidadosamente el volumen a 100 ml con agua destilada a 20 °C, homogenizando la muestra.
- La muestra preparada se transfirió a una probeta totalmente limpia y seca.
- El alcoholímetro, igualmente limpio y seco, se introdujo suavemente en la probeta, manteniéndolo en la muestra durante 10 minutos y efectuando una ligera agitación para equilibrar la temperatura.
- Se dejó reposar hasta que desaparecieran las burbujas formadas en el interior del líquido y se procedió a realizar la lectura del alcoholímetro junto con la temperatura.
- Finalmente, se aplicó la corrección del grado alcohólico aparente a 20 °C utilizando la Tabla 2 mostrada en la Figura 23.

3.3.1 Acidez total

Mediante la norma INEN 341 “Determinación de acidez total para bebidas alcohólicas” por titulación con fenolftaleína se midió la acidez del vodka de papa chola y Gabriela con una muestra de 10 ml, se añadió 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio 01N estandarizado hasta que cambio de color.

La acidez total en bebidas alcohólicas destiladas se determinó utilizando la ecuación siguiente:

$$AT = V_t * N_t * 6 / V_m * G$$

Siendo:

AT = acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm³ de alcohol anhidro.

Vt = volumen de solución de hidróxido de sodio usado en la titulación, en ml

Nt = normalidad de la solución de NaOH

G = grado alcohólico de la muestra.

Vm = volumen de muestra

3.3.2 Contenido de metanol, furfural, alcoholes superiores, y aldehídos

La cuantificación de los parámetros indicados se lo realizó enviando las muestras al laboratorio Multianalityca S.A. cuyos resultados se adjuntan como imagen en la Figura 23 y 24 en anexos.

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra

La población de estudio estuvo conformada por dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) de uso común en la ciudad de Riobamba Super Chola y Gabriela, seleccionadas por su alto contenido de almidón y aptitud agroindustrial.

Se utilizó un total de 15 kilos de papas de cada variedad para los ensayos de obtención de almidón. Para la fermentación se utilizó 3 kilos del almidón y para los análisis fisicoquímicos 2 litros de vodka.

3.5 Procesamiento de Datos y Métodos de Análisis

Una vez recolectado todos los datos necesarios se procedió a realizar la organización y análisis de los datos en Microsoft Excel.

Los datos procesados fueron ingresados en el software estadístico SPSS Statistics para su análisis. Se aplicaron pruebas de análisis de varianza (ANOVA) y comparación múltiple de medias (Tukey), con el fin de identificar diferencias significativas entre tratamientos, variedad de papa y se aplicó t de Student para determinar si la diferencia observada en el porcentaje de alcohol obtenido es estadísticamente significativa. Además, se determinó costo por botella de 750 ml.

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Extracción de almidón

En la Tabla 6. Se reporta los resultados de la extracción de almidón con los diferentes métodos de desintegración mecánica aplicados de la variedad super Chola y Gabriela.

Del rendimiento se realiza análisis estadístico para verificar si hay diferencias entre o no entre los métodos.

Tabla 6

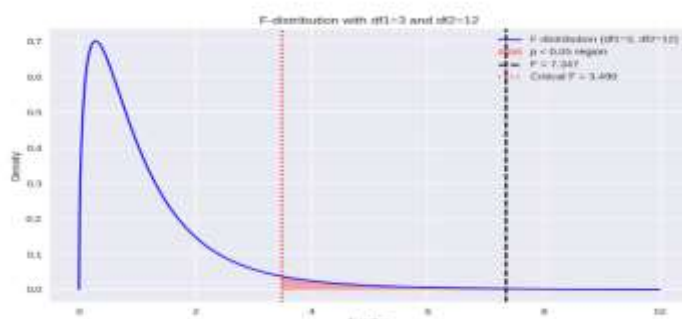
Resultados de la extracción del almidón variedad Super Chola y Gabriela.

Método experimental	Cantidad de mp (g)	Cantidad almidón seco (g)	% Rendimiento (g)
RpCH	63,57± 0,98	13,56±1,46	16,65± 1,57 ^{bc}
RpGA	70,83± 0,13	14,81± 1,06	16.74± 0,42 ^{bc}
RmCH	67,40±1,22	13,36±1,38	14,07±1,64 ^{ab}
RmGA	70,65±1,64	12,61±1,07	14,40±1,27 ^{ab}
RgCH	61,35±1.22	10,14 ±1,92	13,99±2,40 ^a
RgGA	70,61±1,12	11,90±3.26	14.66±3,68 ^a
LCH	66,65±1,66	15,47±0.57	21,34±1,07 ^c
LGA	72,63±0,40	15.45±1.20	21.91±1.33 ^c

Se aplicó el análisis de ANOVA para evaluar las diferencias en el porcentaje de rendimiento entre los tratamientos según el tamaño de partícula. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) lo que indica que al menos uno de los tratamientos difiere significativamente de los demás.

Figura 9

Curva del valor P para la obtención de almidón de las dos variedades de papa



Posteriormente, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, la cual permitió establecer grupos homogéneos entre los tratamientos. A cada grupo se le asignaron letras (a, b, c) para facilitar la interpretación. Los tratamientos que comparten al menos una

letra no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que aquellos con letras distintas pertenecen a grupos estadísticamente diferentes.

Estos resultados indican que los tratamientos con valores cercanos a 21,34 y 21,91 conforman el grupo c, con los rendimientos más altos, se observa entonces, que el tamaño de partícula influye en el rendimiento del almidón, pero no en la variedad de la papa.

Estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por otros autores como el de Brito et al. (2021) y Camacho et al. (2020) donde señalan que los rendimientos en la extracción de almidón pueden variar entre un 10 % y un 25 %, dependiendo tanto del método empleado como de la variedad de papa utilizada.

Pielech & Balcerek, M, (2019) indica que la extracción de almidón de papas de baja calidad, tiene un rendimiento entre el 10,5% y el 12,5% dependiendo de la variedad de papas utilizada. Estos valores sugieren que la extracción de almidón de papas de baja calidad puede ser rentable y sostenible, ya que una cantidad significativa de almidón que de otro modo se consideraría residuo se puede obtener de las papas

Esta diferencia puede atribuirse a diversos factores, tales como el medio de cultivo, el tipo de suelo, las condiciones climáticas de la zona de producción, así como a las características anatómicas propias de cada variedad. Cuesta et al.(2022). Informa que “ En particular, se ha reportado que la papa Gabriela posee una mayor concentración de almidón en su composición interna, lo cual explicaría su mayor rendimiento en el proceso de extracción”

Asimismo, Torres (2018) subraya que factores como la madurez del tubérculo, el tipo de suelo y las prácticas agrícolas influyen significativamente en la concentración de almidón en la yuca, lo que debe ser considerado al momento de realizar comparaciones entre especies.

Según Crespo & Rivera (2018) quienes obtuvieron almidón de diversos tubérculos como papa, yuca, papa china y camote por método de extracción seca indican que la yuca tiene un rendimiento de 25,6% seguido de la papa china con 22,4%, el camote un 20% y finalmente la papa con un 18,6%. Este hallazgo coincide con lo señalado por Rodríguez et al. (2017), quienes afirman que la papa puede contener entre 15% y 20% de almidón, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo.

4.2 Fermentación alcohólica

En las Tablas 7 y 8 se indica los valores de los parámetros que se ajustaron para favorecer el proceso de fermentación de la variedad Chola y Gabriela, y el porcentaje de alcohol obtenido al final de proceso.

Tabla 7*Parámetros obtenidos en la elaboración de vodka papa Chola*

Variable	R1	R2	R3	R4	R5	R6	\bar{X}
pH inicial	5,74	5,23	5,88	4,96	5,97	5,25	5,44±0,54
pH corregido	4,5	4,45	4,49	4,52	4,48	4,47	4,48±0,02
°Brix inicial	14,00	12,00	15,00	11,00	12,00	15,00	13,17±1,72
°Brix corregido	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00±0,0
% de alcohol	12,6	13,2	12,6	11,9	13,9	12,00	12,70±0,75

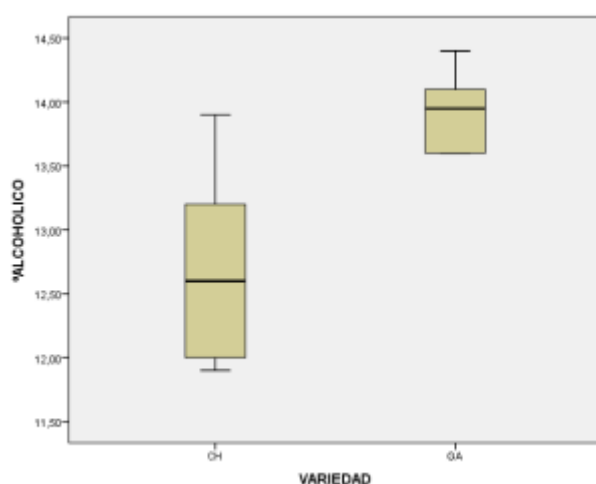
Tabla 8*Parámetros para la elaboración de vodka con papa Gabriela*

Variable	R1	R2	R3	R4	R5	R6	\bar{X}
pH inicial	5,34	5,23	5,18	4,96	5,27	5,05	5,17±0,15
pH final	4,52	4,48	4,5	4,53	4,46	4,51	4,50±0,03
°Brix inicial	15,00	14,00	15,00	13,00	14,00	15,00	14,13±0,82
°Brix final	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00±0,0
% de alcohol	14,00	13,9	14,4	13,6	14,1	13,6	13,83±0,30

En la Figura 8 se presentan en diagrama de cajas comparativo del grado alcohólico según la variedad chola y Gabriela los análisis

Figura 10

Diagrama de cajas comparativo en relación del grado alcohólico(°) y las variedades de papa utilizadas



Se muestra una diferencia clara en el porcentaje de alcohol entre las 2 variedades de papa, donde la variedad Gabriela alcanza una media de 13,83% con una desviación estándar baja de 0,30% lo que indica una producción más homogénea entre las repeticiones. En contraste, la variedad Super Chola (CH) que mostró una media de 12,7% y una desviación estándar más alta (0,75%), lo que sugiere mayor variabilidad en el rendimiento alcohólico.

Estos resultados obtenidos sugieren que la variedad Gabriela tiene un desempeño fermentativo alto en la producción de alcohol, lo que la posiciona como una opción más eficiente para la elaboración de vodka artesanal. Además, la menor dispersión en los datos de GA indica mayor estabilidad en el proceso, lo cual es favorable para estandarizar la producción.

A pesar de que en el proceso fermentativo se utilizó una cantidad constante de almidón (200 g) y se mantuvieron condiciones controladas de temperatura, pH, tiempo y tipo de levadura, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de alcohol obtenido entre las variedades de papa Super Chola y Gabriela. Esta variación puede atribuirse a factores propios a la composición de materia prima.

Por lo tanto, la composición estructural de los diferentes tipos de almidón es diferente. La proporción de amilosa, amilopectina y la cristalinidad del grano son factores que afectan la eficiencia de la hidrólisis enzimática. Un almidón que resulta más accesible a las enzimas, genera un mayor número de azúcares que pueden ser fermentados, incrementando así el rendimiento alcohólico (Odar & Parraguez, 2020).

Además, la presencia de compuestos secundarios como polifenoles o inhibidores naturales puede afectar la actividad de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, reduciendo su eficiencia fermentativa. Estos compuestos varían según la genética de la variedad y las condiciones de cultivo (González & Molina, 2020).

En la Tabla 9 nos indica la prueba de T para muestras independientes para el grado alcohólico obtenido después del proceso de destilación de las dos variedades de papa.

Tabla 9

Prueba de T para muestras independientes para el grado alcohólico

Prueba de Levene para la igualdad de varianza			Prueba de T para igualdad de medidas						
f	Sig.	t	gl	Sig. Bilateral	Diferencia de medias	Error tip.	95% intervalo de confianza		
A	3,14	0,10	-3,7	10	0,004	-1,2	0,33	-2,0	-0,49
B			-3,7	6,62	0,008	-1,2	0,33	-2,0	-0,44

Nota. A= se han asumido varianzas iguales B= no se han asumido varianzas iguales

Los análisis de cada uno de los dos tipos de papa mostraron diferencias significativas en el desempeño de la producción de alcohol. En la prueba de Levene, se obtuvo un valor de $F = 3.14$ y, con una significancia de 0.10, no se rechaza la hipótesis de la igualdad de varianzas. Esto significa que se pueden realizar las pruebas T bajo el supuesto de que las varianzas sean iguales. En la prueba T se tiene una significatividad del 0,004, por lo que se evidencia una diferencia estadísticamente significativa en las medias de la variable grado de alcohol. Si no asumimos la reciprocidad de la igualdad de varianzas, el valor de significancia

que es 0,05 es $p = 0,008$, por lo que esto confirma que sí, la variedad de papa usada influyó de gran manera en el alcohol y en los rendimientos que se produjeron.

Salazar & Fernández (2019) en su investigación obtuvieron un 12,5 % v/v en la variedad de papa chola mediante un sistema de destilación semiautomático. Espíndola (2019) analizó la papa blanca y amarilla, logrando un grado alcohólico de 13,2 % y 12,8 % v/v respectivamente. Por su parte, Maigualca (2021) obtuvo en la variedad Chaucha un rendimiento de 14,1 % v/v, seguida de Súper Chola con 13,0 % v/v. Estos valores confirman que la variedad de papa influye en el rendimiento del alcohol obtenido.

4.2.1 Costos de producción

En la Tabla 10 y 11 se presentan los costos de materia prima y mano de obra para la obtención del alcohol.

Tabla 10

Costos de producción para elaboración de vodka papa Super Chola

Ingredientes	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total
Papas	kg	6,8	0,4	2,720
Lavadura	g	25	0,035	0,875
Enzima (<i>alfa-amilasa</i>)	g	2,375	0,034	0,081
Agua destilada	l	8	0,000625	0,005
Azúcar	kg	0,125	1,1	0,138
ácido cítrico	g	100	0,008	0,800
Envase	c/u.	1	0,61	0,610
Gas	kg	0,1	1,65	0,165
Energía	KWh	8	0,1	0,800
Mano de obra	por botella	1	0,102	0,102
Total por botella de 750 ml				6,295

Tabla 11

Costos de producción para elaboración de vodka papa Gabriela

Ingredientes	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total
Papas	kg	6,8	0,3	2,040
Lavadura	g	25	0,035	0,875
Enzima (<i>alfa-amilasa</i>)	g	2,375	0,034	0,081
Agua destilada	l	8	0,000625	0,005
Azúcar	kg	0,125	1,1	0,138
ácido cítrico	g	100	0,008	0,800
Envase	c/u.	1	0,61	0,610
Gas	kg	0,1	1,65	0,165
Energía	KWh	8	0,1	0,800
Mano de obra	botella	1	0,102	0,102
Total por botella de 750 ml				5,615

El vodka producido con papa chola registró un costo unitario de \$6,3, mientras que el derivado de papa Gabriela presentó un costo inferior de \$5,62 por unidad. La variación se debe al costo de la papa que para la Gabriela es más baja

En el estudio realizado por Cabrera & Molina (2017), al elaborar vodka artesanal de papa Chola les permitió obtener precios de venta al público de \$15 y \$18 por botella de 750 ml y sus costos de producción fue de \$10 y \$12 dólares por unidad, los mismos que le permitieron obtener un margen de ganancia del 25% al 40% por su producto.

Quizhpe, (2023) en su trabajo de elaboración de vodka a partir de papa Gabriela y zanahoria blanca como materia prima, obtuvo un valor de producción de \$6,11 por unidad de 750 ml. Además, realizó una breve referencia de precios de vodka presentes en el mercado, así: el vodka Russkaya tiene un precio de venta al público (PVP) de \$11,61, el vodka Skyy su PVP es de \$13,99; el vodka Bols reporta un PVP de \$10,99, el de la marca Poliakov de \$8,94 y finalmente el vodka Siberian de \$6,69.

Según Ordoñez (2022) en su investigación para elaborar vodka con tubérculos como es la papa china y oca obtuvo el precio por unidad para la venta al público de \$23,66.

Después de comparar valores con los precios promedio de vodkas comerciales disponibles en el mercado, se puede decir que ambas formulaciones resultan económicas incluso al aumenta un 50% quedando PVP \$9,4 y \$8,42 de por otros rubros como IVA y ganancia respectivamente . Por lo tanto, la producción de vodka a partir de tubérculos es una alternativa eficiente dentro del ámbito agroindustrial..

4.3 Calidad del producto final

En la Tabla 12 se indica los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos.

Tabla 12

Análisis fisicoquímicos de vodka

Resultado	Unidad	Vodka chola	Vodka Gabriela	INEN 340 Min	INEN 340 Max
Grado alcohólico	%	40	48	37,5	-
Furfural	mg/100cm ³	<0,01	<0,01	-	0
Alcoholes superiores	mg/100cm ³	<0,01	509,91	-	0,7
Metanol	mg/100cm ³	<0,01	<0,01	-	1,5

A pesar de que los procesos de extracción de almidón, hidrólisis enzimática y fermentación alcohólica fueron estandarizados para ambas variedades de papa, el análisis fisicoquímico del vodka elaborado con la papa Super chola no presento ningún tipo de olor o sabor, y cumplen con lo estipulado de la norma INEN 340, sin embargo, el vodka elaborado con la papa Gabriela incumple en el parámetro de alcoholes superiores (509,91 mg/100cm³),

presentando además un olor y sabor a papa, lo que afecta tanto la aceptabilidad organoléptica como la seguridad del producto.

La presencia de alcoholes superiores en el vodka elaborado con papa Gabriela puede estar vinculada a la liberación de aminoácidos durante la licuefacción, lo que favorece su síntesis durante la fermentación.

López et. al (2019) indica que el uso de licuadora en la etapa de extracción del almidón (extracción por licuado) representa una técnica de ruptura celular intensiva, que no solo facilita la liberación del almidón, sino también de aminoácidos libres y proteínas solubles que pueden permanecer en el sobrenadante o sedimentarse junto con el almidón. Su presencia puede haber favorecido la síntesis de alcoholes superiores.

Pineda(2017) en su estudio “ Evaluación del efecto de la concentración del nitrógeno sobre la composición de los alcoholes superiores en una fermentación de jugo de agave” concluyó que dependiendo del aminoácido que se adicione a la fermentación, se tendrá un perfil de alcoholes superiores diferentes y que la fuente de nitrógeno en el medio de cultivo donde se lleve a cabo la fermentación tiene un impacto importante en el perfil metabólico de la cepa, lo que desencadena un cambio en la producción de alcoholes superiores.

Los alcoholes superiores son subproductos de la fermentación de aminoácidos metabolizados. Especialmente de la vía de Ehrlich. Por lo tanto, la mayor concentración de aminoácidos libres o precursores nitrogenados en el almidón o jugo fermentable de la variedad Gabriela probablemente hayan favorecido la síntesis de estos compuestos (Pérez et al., 2021).

Además, la composición nutricional del medio fermentativo influye en la actividad metabólica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Si el almidón de Gabriela genera un medio con mayor disponibilidad de nitrógeno asimilable, esto puede estimular la producción de alcoholes superiores, incluso bajo condiciones controladas (Borroto-Mato et al., 2017)

En el estudio de Maigualca, (2021) que fermento almidón de papa chaucha utilizando levadura en polvo obtuvo 55,68 mg/100ml de alcoholes superiores, 0,36 mg/100ml de metanol y 0,38 mg/100ml de Furfural, la autora afirma que los alcoholes superiores obtenidos se deben al metabolismo de aminoácidos presentes en el almidón durante la fermentación alcohólica además menciona que la cantidad de alcoholes superiores se ven afectados por el tipo de levadura, condiciones de fermentación.

Por otra parte, Bustillo&Cochero (2022) realizó un análisis de calidad de una bebida vodka usando almidón de oca con un hidrolisis ácida, donde se llevó a cabo cuatro tratamientos en el cual los alcoholes superiores tuvieron como resultado 14,3mg/cm³; 7,23 mg/cm³; 15,81 mg/cm³; 8,8 mg/cm³. Por otra parte, en la investigación realizada por García y Vizúete (2020) hacen referencia a los alcoholes superiores obtenidos en su análisis que son 82,43 mg/cm³; 18,6 mg/cm³; 126,66 mg/cm³ y 43 mg/cm³ los mismos que coinciden con Bustillo&Cochero es decir que estos resultados se encuentran bajo la normativa INEN de licores.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El método de extracción de almidón más adecuado dentro de los procesos mecánicos, fue el licuado en contraste con el rayado, presentando un rendimiento del 21 % sin diferencias significativas entre las 2 variedades de papas.
- La fermentación a partir de almidón extraído de papa por vía húmeda demostró ser técnicamente viable para ambas variedades, siendo la variedad Gabriela que presentó un mayor rendimiento alcohólico en comparación con Super Chola es decir ($p=0,008$), lo que sugiere una mayor eficiencia en la conversión de almidón a etanol, sin embargo, mostró niveles muy altos de alcoholes superiores, lo cual podría estar relacionado por la características bioquímicas de la papa Gabriela que pudo dar lugar a mayor liberación de aminoácidos durante la etapa de licuado.
- El costo de materia prima de papa chola es superior a la papa Gabriela por este motivo el valor para producir vodka es más elevado, sin embargo, los costos de producción por botella de 750 ml en papa Super Chola es de \$6,29 y para la papa Gabriela es de \$5,61 siendo competitivos a los obtenidos en el mercado local en el que se encuentra vodka que varía desde los \$8 hasta los \$30 dependiendo de los grados alcohólicos y su procedencia.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar más estudios para la elaboración de vodka con la papa Gabriela debido a los altos niveles de alcoholes superiores según lo establecido por las normas INEN 340 ya que en el proceso de destilación de las dos variedades de papas fueron iguales sin embargo la variedad Gabriela presentaba un olor fuerte.
- Se recomienda que en laboratorio de la carrera de Agroindustria cuente con un equipo de destilación fraccionada para la elaboración de licores
- Se recomienda emplear el alcohol obtenido de la papa Gabriela en el uso de la producción de bioetanol.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROBAYER, (2022). Cultivo de Papa. Disponible en <https://www.agro.bayer.ec/es-es/cultivos/papa.html> Quito, Ecuador.
- Alimentosecuador. (2024, junio 18). *Innovación en la industria alimentaria: Enzimas para etiquetas limpias y optimización de costos*. *Revista Alimentaryá*. <https://alimentosecuador.com/2024/06/18/innovacion-en-la-industria-alimentaria-enzimas-para-etiquetas-limpias-y-optimizacion-de-costos/>
- Anaya , Y., & Mantero, G. (2019). Evaluación de la calidad del almidón extraído de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la región Huánuco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/dbef2883-ecb4-4aed-baf1-8481c39745cd>
- AtlasBig. (2019). *Países por producción de papa*. Obtenido de <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-papa>
- Basantes M. et al. (2020). Evaluación de la producción de vodka artesanal a partir de almidón de papa. *Revista de Agronegocios*, 4(1), 24–32. Obtenido de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5103/5286>
- Bizzarri, A. (2022). *12 unconventional uses for vodka other than drinking*. *Tasting Table*. Obtenido de <https://www.tastingtable.com/946284/unconventional-uses-for-vodka-other-than-drinking/>
- Borroto-Mato, D., Lorenzo-Izquierdo, M., García-Gutiérrez, R., & Reyes-Linares, A. (2017). *Aspectos generales sobre la determinación de alcoholes superiores en bebidas alcohólicas*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 51(3), 58–65. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223158039009.pdf>
- Castillo A. M. et al. (2022). *El don del almidón: la partícula espesante*. *Ciencia UNAM*. Obtenido de <https://ciencia.unam.mx/leer/1262/el-don-del-almidon-la-particula-espesante>
- Chamba L. et al. (2022). *Alimentación con productos tradicionales: tubérculos y raíces (II)*. Obtenido de Crónica: <https://cronica.com.ec>
- Chamorro, D. (2021). *Evaluación de la producción de vodka artesanal “La Destilería”, haciendo uso de Passiflora edulis (maracuyá) como fruta adicional* [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional Universidad de América. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8398>
- Chin, T. (2021). *Guide to potato starch: The many possibilities of potato starch*. *Serious Eats*. Obtenido de <https://www.serious-eats.com/potato-starch-guide-5204609>
- Del Monte, A. (2023). *Producción de papa en Ecuador y su importancia*. Obtenido de <https://delmonteag.com.ec/produccion-de-papa-en-ecuador-y-su-importancia/>

- Dicenta, S. (2015). *Almidones resistentes, importancia funcional, fundamentos de su determinación*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Suplemento 1. Obtenido de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-100/>
- Fonseca-López Et. al, (2019) Efecto del método de extracción del almidón de *Canna indica* L. sobre sus propiedades físico-químicas. REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN–Vol. 16 No 2–2019 <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v16n2/1794-4449-rlsi-16-02-44.pdf#:~:text=Conclusi%C3%B3n.%20El%20almid%C3%B3n%20extra%C3%A1do%20por%20rallado%20soporta,la%20resistencia%20del%20almid%C3%B3n%20a%20la%20acidez.>
- García, L. (2017). *Aprovechamiento de almidón residual del procesamiento de snacks de papa (Solanum tuberosum) variedad Diacol Capira [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]*. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7462/1/UDLA-EC-TIAG-2017-13.pdf>
- Garzón & Young, 2016. La producción de papa en Córdoba: Aspectos básicos y potencial productivo. http://magya.cba.gov.ar/upload/informe_IERAL_Papa_Nov_2016.pdf
- Gil, C. (2022). *Evaluación de la producción de vodka artesanal a partir de almidón de papa (Solanum tuberosum) [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]*. Repositorio Institucional USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/44391/2022CamiloGil.pdf?sequence=1>
- González, J. Molina, M (2020). Estudio de los factores que afectan la hidrólisis enzimática y fermentación de la papa (*Solanum tuberosum*). <https://redalyc.org/pdf/441/44170517002.pdf> (<https://redalyc.org/pdf/441/44170517002.pdf>)
- Herrera, S. (2019). *Evaluación de la producción de vodka artesanal a partir de almidón de papa (Solanum tuberosum) [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Callao]*. Repositorio Institucional UNAC. Obtenido de <https://repositorio.unac.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/478e2cee-72f1-46a4-a212-33cdb83fdc12/content>
- Huayta, B. (2016). *Obtención de bioetanol por hidrólisis enzimática del almidón de papa Cardenal [Proyecto de grado, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho]*. Revista de Investigación en Química, UAJMS. Obtenido de <https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/222/192>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2025, abril). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC): Boletín Técnico*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales, Unidad de Gestión de Estadísticas Agropecuarias. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Boletin_tecnico_ESPAC_2024.pdf

- INEN. (2016). *Bebidas alcohólicas. Vodka. Requisitos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/382659823/nte-inen-369-5>
- La Nación. (2025). *Crisis en el sector papero: sobreproducción y caída del consumo hunden los precios en Ecuador*. Obtenido de <https://lanacion.com.ec/crisis-en-el-sector-papero-sobreproduccion-y-caida-del-consumo-hunden-los-precios-en-ecuador/>
- Lechón , B., & Pozo, F. (2021). *Aprovechamiento integral de la papa súper chola para la obtención de almidón, pulpa, fibra y su utilización en la elaboración de alimentos [Trabajo de titulación de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]*. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0d5098d9-fc25-4745-ad86-bc687c0016e3/content>
- Mercontrol. (2023). *¿Qué es la yuca? Propiedades y beneficios*. Obtenido de <https://www.mercontrol.com/que-es-la-yuca-propiedades-y-beneficios>
- Narváez Taicus, E. (2025). *Propuesta de diseño del proceso para la producción de vodka a partir de papa*. Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/37574>
- Noda T et.al. (2006). *Determination of the phosphorus content in potato starch using an energy dispersive X-ray fluorescence method*. Food Chemistry. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.002>
- Odar Jiménez, M. L., & Parraguez Llaguento, D. A. (2020). *Evaluación del rendimiento de la fermentación alcohólica a partir del almidón de la papa (Solanum tuberosum)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3689/BC-TES-TMP-2495.pdf?sequence=1>
- Ordóñez, L. (2022). *Desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo (vodka) a partir de dos variedades de tubérculos, papa china (Colacasia esculenta) y oca (Oxalis tuberosa) [Trabajo de titulación, Universidad del Azuay]*. Universidad del Azuay. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11671/1/17200.pdf>
- Pérez, M., et al. (2021). *Producción de alcoholes superiores en fermentaciones alcohólicas: influencia de la fuente de nitrógeno*. Revista de Tecnología Alimentaria.
- Pielech, A., & Balcerek, M. (2019). *Producción de bioetanol a partir de tubérculos y su impacto en la industria del vodka*. Journal of Food Science and Technology. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04018-9>
- Pieterse, L. (2025). *Producción mundial de patata: Perspectivas y tendencias a partir de los últimos datos de FAOSTAT*. Potato News Today. Obtenido de <https://www.potatonewstoday.com/2025/01/09/global-potato-production-in-2023-insights-and-trends-from-faostat-data/>
- Quizhpe Pullaguari, G. B. (2023). *Diseño de proceso industrial por vía seca usando la mezcla entre papa Gabriela y zanahoria blanca como materia prima para la obtención de vodka en la empresa Primicia de la ciudad de Riobamba*.

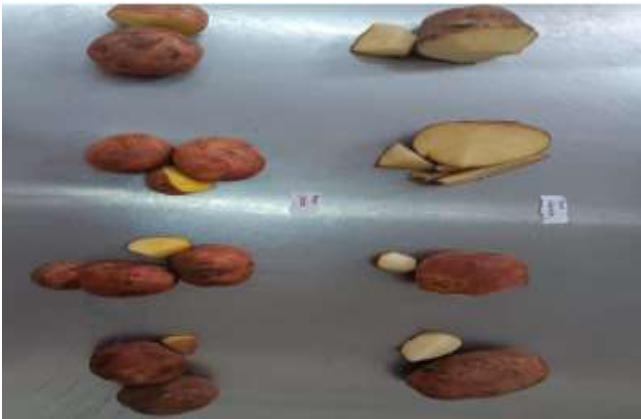
- Salas, V. A. (2018). *Evaluación de la hidrólisis enzimática de almidón de papa para la obtención de jarabe de glucosa como alternativa al almidón modificado de alto costo [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47431/3560900259680UTFSM.pdf>
- Solarte et.al. (2019). *Propiedades reológicas y funcionales del almidón procedente de tres variedades de papa criolla*. Información Tecnológica. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7196702>
- Suquilanda, M. (2024). *Producción orgánica de cultivos andinos [Manual técnico]*. InfoAndina. Obtenido de http://infoandina.org/infoandina/sites/default/files/publication/files/produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Thatoi et. al. (2016). *Sustainable potato production in the mountain area of Ecuador: An approach to increase productivity with small-scale farmers*. Agricultural Sciences. Obtenido de <https://doi.org/10.4236/as.2016.712101>
- Vargas, N., & Flores, N. (2021). Evaluación fisicoquímica y de las propiedades funcionales del almidón del araq papa (*Solanum tuberosum*) procedente del distrito y provincia de Acobamba – Huancavelica [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe6b4556-3e94-43d0-b70d-f16cf95c3adf/content>
- Vásconez, L. (2024). Estas son las tres provincias con mayor producción de papa en Ecuador. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/provincias-con-mayor-produccion-de-papa-en-ecuador/>

ANEXOS

Lavado de la materia prima



Selección de papa



Papa pelada y picada



Almidón sedimentado



Almidón recolectado después de 12 horas



Almidón seco y almacenado



Gelatinización de almidón papa chola y Gabriela.



Adición de enzima (Alfa amilasa)



Adicción de levadura para iniciar con la fermentación



Fermentaciones por diferentes métodos



Destilación



Medición del alcohol obtenido



Resultados de los análisis físicoquímicos vodka papa Super Chola



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.111781a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	TIERRA GUEVARA ADRIANA MISHELL
Dirección:	SAN MARTIN DE PORRES
Teléfono:	29010129

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Vodka papa chola		
Lote:	--	Contenido declarado:	300ml
Fecha de elaboración:	2026/05/16	Fecha de vencimiento:	--
Fecha de recepción:	2025/06/27	Hora de recepción:	16:25:03
Fecha de análisis:	2025/07/03	Fecha de emisión:	2025/07/10
Material de envase:	Vidrio		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Grado alcohólico	40	°GL	MIN-06	NTE INEN 340:2016 / Método alcoholímetro vidrio
Acidez	0,089	mg/100 cm ³ AA	MIN-163	NTE INEN 341:1978/ Volumetría
Esteres	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-85	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Aldehídos	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-86	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Furfural	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-88	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Alcoholes superiores	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-87	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Metanol	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-24	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Resultado Análisis físicoquímico vodka papa Gabriela



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.111781b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	TIERRA GUEVARA ADRIANA MISHELL
Dirección:	SAN MARTIN DE PORRES
Teléfono:	29010129

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Vodka papa gabriela		
Lote:	--	Contenido declarado:	300ml
Fecha de elaboración:	2026/05/16	Fecha de vencimiento:	--
Fecha de recepción:	2025/06/27	Hora de recepción:	16:25:03
Fecha de análisis:	2025/07/03	Fecha de emisión:	2025/07/10
Material de envase:	vidrio		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Grado alcohólico	48	°GL	MIN-06	NTE INEN 340:2016 / Método alcoholímetro vidrio
Acidez	0,03	mg/100 cm ³ AA	MIN-163	NTE INEN 341:1978/ Volumetría
Esteres	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-85	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Aldehídos	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-86	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Furfural	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-88	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Alcoholes superiores	509.91	mg/100 cm ³ AA	MIN-87	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Metanol	<0,01	mg/100 cm ³ AA	MIN-24	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 20°C

TABLA 2. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 20°C

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

C°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Grado real a 20°C																										
10	1,8	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,1	9,2	10,3	11,4	12,6	13,7	14,9	16,0	17,2	18,4	19,6	20,8	22,0	23,1	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8	
11	1,8	2,8	3,8	4,9	5,9	7,0	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6	14,7	15,9	17,0	18,2	19,3	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4	
12	1,7	2,7	3,6	4,8	5,9	6,9	8,0	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5	15,7	16,6	17,9	19,1	20,2	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0	
13	1,7	2,7	3,7	4,7	5,8	6,8	7,9	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,0	15,5	16,6	19,7	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,4	25,5	26,6	27,6	
14	1,6	2,6	3,6	4,7	5,7	6,7	7,8	8,8	9,9	11,0	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,0	21,9	23,0	24,0	25,1	26,2	27,2	
15	1,5	2,5	3,5	4,6	5,6	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0	15,1	16,2	17,2	18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,8	26,9	
16	1,4	2,4	3,5	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,7	12,8	13,8	14,9	15,9	17,0	18,1	19,1	20,2	21,2	22,3	23,4	24,4	25,4	26,5	
17	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,8	19,9	20,9	22,0	23,0	24,1	25,1	26,1	
18	1,2	2,2	3,2	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,7	23,7	24,7	25,7	
19	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,4	25,4	
20	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	
21	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,6	24,6	
22	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	20,4	21,3	22,3	23,3	24,3	
23	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9	
24	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	15,9	16,9	17,8	18,8	19,7	20,7	21,6	22,6	23,6	
25	0,3	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	10,9	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,6	17,5	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2	
26	0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4	15,4	16,3	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8	
27		1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,4	12,3	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5	
28		0,8	1,8	2,7	3,7	4,6	5,6	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1	
29		0,6	1,6	2,5	3,5	4,4	5,4	6,3	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19	19,9	20,8	21,8	
30		0,5	1,4	2,4	3,3	4,2	5,2	6,1	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4	

C°	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Grado real a 20°C																										
10	29,9	31,0	32,0	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,1	41,1	42,0	43,0	44,0	44,0	45,9	46,9	47,8	48,8	49,8	50,7	51,7	52,7	53,7	
11	29,5	30,6	31,6	32,6	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,5	47,5	48,4	49,4	50,4	51,4	52,3	53,3	
12	29,1	30,1	31,2	32,2	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,0	51,0	52,0	52,9	
13	28,7	29,7	30,8	31,8	32,6	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,6	50,6	51,6	52,6	
14	28,3	29,3	30,4	31,4	32,4	33,4	34,5	35,5	36,5	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3	50,2	51,2	52,2	
15	27,9	28,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8	
16	27,5	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5	
17	27,1	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	
18	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,7	50,7	
19	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4	
20	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	
21	25,6	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	
22	25,3	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,3	
23	24,9	25,9	26,8	27,6	28,6	29,6	30,8	31,6	32,8	33,6	34,8	35,8	36,6	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,9	46,9	47,9	48,9	
24	24,5	24,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	
25	24,1	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,1	44,1	45,1	46,1	47,0	48,1	
26	23,8	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	
27	23,4	24,4	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,4	
28	23,0	24,0	24,9	25,9	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,6	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0	
29	22,7	23,6	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,6	46,6	
30	22,3	23,2	24,2	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	31,9	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,2	46,2	