



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**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 graduación previo a la obtención del título de:
Ingeniera en Alimentos**

Autora:

LILIS DAYANA ORDÓÑEZ GIRÓN

Director:

ANDRÉS PÉREZ GONZÁLEZ

CUENCA, ECUADOR

2022

DEDICATORIA

A mis padres Estela y Eliceo, por ser mi ejemplo de lucha y dedicación, por su constante apoyo, su ayuda, sus consejos y ante todo la confianza brindada en este largo camino de estudio.

A mis hermanos, por su ejemplo de perseverancia y de superación que muestran cada día; de manera especial a mi hermana Ma. Elena por sus sabios consejos impartidos.

A mis sobrinos Daniel, Bryan, Erick, Carlos y Saúl, por ser mi motor y una motivación muy especial para superarme día a día.

Este logro también es de todos ellos, por confiar y creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a la Virgen del Cisne, por iluminarme y mantener centrada en todo este proceso de estudio y darme la fuerza necesaria para seguir adelante.

A la Universidad del Azuay y sus docentes, por haberme permitido crecer y educarme en este prestigioso establecimiento.

De manera muy especial al Ing. Andrés Pérez, por su apoyo y su confianza, por transmitirme sus conocimientos para la realización de este trabajo. Mi profundo agradecimiento a la Ing. Ma. Alicia Peña y al Ing. Carlos Tenezaca, por poner a disposición de este trabajo sus conocimientos y experiencia. De igual manera, a los laboratoristas de la Facultad de Ciencia y Tecnología, quienes me acompañaron durante todo el proceso y pusieron a su disposición sus conocimientos y recursos.

Agradezco a mis padres, Ma. Estela y Eliceo, por todo su apoyo económico y su motivación para que se pueda llevar a cabo el desarrollo del trabajo.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento a mis amigos mas cercanos, por su apoyo incondicional en este largo recorrido universitario, por llenarme de alegrías y ser una segunda familia para mi.

Desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo (vodka) a partir de dos variedades de tubérculos, papa china (*Colacasia esculenta*) y oca (*Oxalis tuberosa*)

RESUMEN

La Papa China y la Oca, son tubérculos andinos producidos a gran escala, pero poco aprovechados en la industria alimentaria, por lo que el presente trabajo de titulación se enfoca en el desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo vodka a partir de estas variedades. Se aplicó un diseño factorial completo a dos niveles con dos factores y tres replicas en el punto central, teniendo como variables el tiempo de fermentación y la cantidad de enzima (alfa amilasa y glucoamilasa). Para la selección de la mejor variante del experimento se utilizó la información sensorial obtenida por una prueba de preferencia con 10 catadores semientrenados. Finalmente, se evaluó la aceptabilidad de la mejor experimentación frente a un producto similar del mercado, concluyendo que la bebida obtenida es aceptable y podría competir con marcas ya establecidas.

Palabras claves: Bebida alcohólica, fermentación, destilación, almidón, análisis fisicoquímicos, catación.



Msc. Andrés Pérez González.
Director del trabajo de graduación



Ing. María Fernanda Rosales
Coord. de la Escuela de Ingeniería en Alimentos



Lllis Dayana Ordóñez Girón
Autora

**Development of a distilled alcoholic beverage (vodka) from two varieties of tubers
chinese potatoes (*Colacasia esculenta*) and oca (*Oxalis tuberosa*)**

ABSTRACT

Chinese Potato and Oca are andean tubers produced on a large scale, but not very used in the food industry, so this study focuses on the development of a distilled alcoholic beverage like vodka from these varieties of tubers. A complete factorial design was applied at two levels with two factors and three replicas at the central point, having as variables the fermentation time and the amount of enzyme (alpha amylase and glucoamylase). For the selection of the best variant of the experiment, sensory information obtained by a preference test with 10 semi-trained tasters was used. Finally, the acceptability of the best experimentation compared to a similar product on the market was evaluated, concluding that the drink obtained is acceptable and could compete with established brands.

Key words: Alcoholic drink, fermentation, distillation, starch, physicochemical analysis, tasting.



Msc. Andrés Pérez González.
Thesis Director



Ing. María Fernanda Rosales
Food Engineering Faculty Coordinator



Lllis Dayana Ordóñez Girón
Author



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Papa China	3
1.2. Oca	4
1.3. Almidón	5
1.4. Enzimas	6
1.5. Levaduras	6
1.6. Bebidas alcohólicas	7
1.7. Fermentación alcohólica	7
1.8. Destilación	7
CAPÍTULO 2	9
MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1. Lugar de experimentación.....	9
2.2. Materiales	9
2.3. Métodos	10
2.3.1. Materia prima	10
2.3.2. Diseño experimental.....	10
2.3.3. Obtención del almidón de la papa china y oca.....	11
2.3.4. Elaboración del vodka.....	12
2.3.5. Proceso de elaboración del vodka mediante método convencional	13
2.3.6. Proceso de elaboración del vodka a partir del almidón.....	15
2.3.7. Análisis fisicoquímicos	17
2.3.8. Análisis sensorial	18
CAPÍTULO 3	19
RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
3.1. Análisis de datos	19
3.1.1. Rendimiento del almidón extraído de la papa china y oca	19
3.1.2. Caracterización del producto final (pH, Brix, Acidez total, grado alcohólico, análisis sensorial)	19
3.1.3. Costos de producción	30
CAPÍTULO 4	32
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requisitos físicos y químicos para el vodka.	2
Tabla 2.	Valor nutricional de la papa china / 100 g de porción comestible.	4
Tabla 3.	Valor nutricional de la oca	5
Tabla 4.	Materiales, equipos e insumos	9
Tabla 5.	Matriz del diseño factorial completo a dos niveles con dos factores y tres replicas en el punto central.	10
Tabla 6.	Condiciones aplicadas para el diseño experimental de la bebida alcohólica destilada tipo vodka.	11
Tabla 7.	Rendimiento de almidón de los tubérculos (Papa china y Oca).	19
Tabla 8.	Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de Oca.	20
Tabla 9.	Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de almidón de Oca.	21
Tabla 10.	Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de Papa china	22
Tabla 11.	Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de almidón de Papa china.	23
Tabla 12.	Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras de vodka de Oca.	25
Tabla 13.	Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de almidón de Oca.	26
Tabla 14.	Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de Papa China.	27
Tabla 15.	Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de almidón de Papa China.	28
Tabla 16.	Comparación de aceptación de vodka experimental y vodka comercial.	30
Tabla 17.	Costos de producción.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Colacasia esculenta</i>	3
Figura 2. Variedades de oca.	5
Figura 3. Proceso de obtención de almidón mediante el método de molienda húmeda. 12	
Figura 4. Proceso de elaboración del vodka mediante método convencional.	13
Figura 5. Proceso de elaboración del vodka a partir del almidón.	15
Figura 6. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de Oca.	20
Figura 7. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de oca.	20
Figura 8. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de oca.	20
Figura 9. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que intervienen en el desarrollo del vodka a base de almidón de oca.	21
Figura 10. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de almidón de oca. 21	
Figura 11. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de almidón de oca.	21
Figura 12. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de Papa china.	22
Figura 13. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de Papa china....	22
Figura 14. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de Papa china.	22
Figura 15. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de almidón de Papa china.	23
Figura 16. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de almidón de Papa china.	23
Figura 17. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de almidón de Papa china.	23
Figura 18. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de Oca.	25
Figura 19. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de Oca.....	25
Figura 20. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de Oca.	25
Figura 21. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de almidón de Oca.	26
Figura 22. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Oca.	26
Figura 23. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Oca.	26

Figura 24. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de Papa China.	27
Figura 25. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de Papa China.	27
Figura 26. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de Papa China.	27
Figura 27. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de almidón de Papa China.	28
Figura 28. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Papa China.	28
Figura 29. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Papa China.	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1.	Ficha de catación para el análisis sensorial del vodka.	36
Anexo2.	Ficha de comparación vodka experimental vs vodka comercial.	37
Anexo3.	Proceso de elaboración del vodka de papa china.	37
Anexo4.	Proceso de elaboración del vodka de oca.	38

Lilis Dayana Ordóñez Girón
Trabajo de graduación
Bolívar Andrés Pérez González
Febrero, 2021

Desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo (vodka) a partir de dos variedades de tubérculos, papa china (*Colacasia esculenta*) y oca (*Oxalis tuberosa*)

INTRODUCCIÓN

Las bebidas alcohólicas son parte de las costumbres y tradiciones de las zonas tanto urbanas como rurales en Ecuador; además están vinculadas a su práctica de vivir y convivir en la cotidianidad (C. Romero, 2013). En la actualidad la industria de bebidas y licor en el país es creciente comparada con el resto de países de Latinoamérica; en los últimos años se observa un leve pero continuo incremento de la importancia de la industria de alimentos y bebidas dentro de la economía nacional (Ortiz & Zea, 2016).

El vodka en la actualidad es una de las bebidas espirituosas de mayor consumo a nivel mundial; sin embargo, en Ecuador solo el 3.07% de la población consume vodka, según la consultora Pulso – Ecuador (Benavides & Pozo, 2008; Cabrera & Molina, 2017).

Hablar de vodka trae a la mente la cultura rusa, debido a que es originario de este lugar, sin embargo, también se elabora en Polonia y Finlandia, pero hoy en día es popular en muchos países (Cordoví, 2016; Vásquez & Vásquez, 2009). El vodka típico es incoloro, sabe picante y ordinariamente no se añeja; se puede destilar de cualquier planta rica en almidón, tradicionalmente de granos tales como; centeno o trigo, pero también de papa y melaza (Benavides & Pozo, 2008). Según la historia el vodka producido en Rusia contiene un 40% de alcohol y los de Polonia alcanzan los 45° de graduación alcohólica (Cordoví, 2016).

La norma INEN define al vodka como: “Bebida alcohólica obtenida mediante la hidratación del alcohol etílico rectificado extra neutro, proveniente de productos naturales y tratado por un método conveniente, de manera que quede sin carácter, aroma o gusto”. Una bebida alcohólica para ser considerada vodka debe presentar un mínimo de 37,5% grado alcohólico, no se permite la adición de edulcorantes, colorantes, ni saborizantes (INEN 369, 2016).

En la Tabla 1 se muestran los requisitos establecidos por la norma INEN, que debe cumplir una bebida alcohólica para ser considerado vodka.

Tabla 1. Requisitos físicos y químicos para el vodka.

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

Fuente: (INEN 369, 2016).

Por otro lado, la actividad agrícola en Ecuador constituye una de las actividades económicas más importantes, especialmente para las áreas rurales (Carlos & Fernández, 2006). La región andina goza de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados desde hace miles de años, que con el pasar del tiempo estos cultivos han adquirido importancia en la industria alimentaria, tal es el caso de especies cultivadas como la papa, maíz, yuca, camote y otros tubérculos como oca, papa china y zanahoria blanca.

En el campo agroindustrial se considera la posibilidad de dar una nueva alternativa a la industrialización de los tubérculos con la fabricación de una bebida alcohólica, dándole un valor agregado al producto final (Benavides, Pozo). En este trabajo no se busca producir un licor de baja calidad, que es el común denominador de los licores fabricados en el Ecuador, por el contrario, se busca desarrollar un producto de alta calidad a un precio razonable que sirva para disfrutar con moderación en familia o con amigos (Cabrera & Molina, 2017).

Debido a que la materia prima utilizada para el desarrollo de este producto se encuentra disponible en grandes cantidades en nuestro país, se plantea como objetivo principal, desarrollar una bebida alcohólica destilada tipo vodka a partir de dos variedades de tubérculos (papa china y oca). En respuesta al objetivo principal, se evaluará el rendimiento del almidón de cada tubérculo en la obtención de la bebida alcohólica; se determinarán las características fisicoquímicas; pH, Brix, acidez total, cantidad de metanol y grado alcohólico; así mismo, se determinarán las características organolépticas de la bebida; aroma, color, sabor y aspecto; y finalmente se determinará los costos de producción.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Papa China

Según la historia, el cultivo de la papa china se inició en el Sureste de Asia, entre Indonesia y la India, aunque se cree que es nativa de las zonas boscosas de África Occidental. Se introdujo en América después de la llegada de los españoles (A. Romero, 2018) .

La papa china (*Colacasia esculenta*) o también conocida como Taro, es una planta perenne de los trópicos y de zonas húmedas, perteneciente a la familia de las Aráceas herbáceas comestibles; se cultiva en suelos con altos contenidos de humedad, sin embargo, puede soportar períodos de sequía (Torres, Durán, & Montero, 2013); ((A. Romero, 2018). Puede alcanzar una altura de 1 – 2 m, produce un cormo central esférico o cónico, estos cormos están cubiertos exteriormente por escamas fibrosas o pueden ser lisos, el color de la pulpa por lo general es blanco nieve y en algunos casos puede encontrarse marrón, amarillento e incluso anaranjado (Alban & Carrasco, 2012).



Figura 1. Colacasia Esculenta

Fuente: (Díaz, 2017).

La papa china se encuentra entre los primeros cultivos domesticados por el hombre, debido a esto ocupa el quinto lugar a nivel mundial dentro de los cultivos de raíces y tubérculos. En la región amazónica ecuatoriana es una de los tubérculos mayormente producidos por su alto valor nutritivo (A. Romero, 2018). Se caracteriza porque presenta un gran valor nutricional, se la considera una importante fuente de vitaminas y minerales, ya que posee tiamina, riboflavina, hierro, fósforo, vitaminas B6 y C, niacina, potasio, cobre, magnesio, alto grado de fibra dietética y almidón (Montalván, 2013). En la tabla 2, se muestra el valor nutricional de la papa china / 100 g de porción comestible.

Tabla 2. Valor nutricional de la papa china / 100 g de porción comestible.

Componentes	Unidad	Cantidad
Humedad	%	68,3
Proteína	g	2,4
Energía	KJ	451
Cenizas	g	1,0
Grasa	g	0,2
Carbohidratos	g	24,1
Fibra	g	0,6
Acido ascórbico	mg	6,0
Fosforo	mg	30,0
Calcio	mg	24,7
Hierro	mg	2,3
Tiamina	mg	0,9
Riboflavina	mg	0,3
Niacina	mg	0,50

Fuente: (Alban & Carrasco, 2012; A. Romero, 2018; Songor & Tenesaca, 2019).

1.2. Oca

La oca (*Oxalis tuberosa*), es un cultivo endémico de los Andes; es una planta perenne de la familia de las Oxalidáceas cuyo tubérculo es rico en almidón, es cultivada en los Andes centrales y meridionales, entre los 2300 y 4100 metros sobre el nivel del mar, donde el clima es frío (Carrión, 2018).

Es una planta herbácea, dicotiledónea de entre 30 y 80 cm de alto, cuya cosecha es anual, se la puede encontrar en los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, aunque también se cultiva en México y Nueva Zelanda (Suquilanda, 2009).

Es importante señalar que el género *Oxalis* tiene aproximadamente unas 800 especies, de las cuales la mayor parte se encuentra en Sudamérica con una gran diversidad de formas (Jativa, 2012). Existen aproximadamente 12 variaciones de color en la superficie de los frutos de oca, que van desde el blanco al púrpura grisáceo oscuro, con colores intermedios como el blanco amarillento, amarillo, naranja, rojo naranja, rojo claro, rojo pálido y púrpura rojizo; en cuanto a su forma varía menos que su pigmentación, y se la podría clasificar en tres tipos: ovoide, claviforme y cilíndricos (Carrión, 2018; Jativa, 2012).



Figura 2. Variedades de oca

Fuente: (Carrión, 2018).

La oca, es una importante fuente de carbohidratos, calcio y hierro; de textura harinosa y ligeramente dulce. Se la puede consumir hervida, cocida al horno, frita o encurtida; también se puede usar en panificación, confitura y extracción de alcohol por fermentación, dado a su alto contenido de almidones y azúcares (Suquilanda, 2009). En la tabla 3 se muestra el valor nutricional de la oca.

Tabla 3. Valor nutricional de la oca

Componentes	Unidad	Cantidad
Humedad	%	77,73
Proteína	g	4,60
Energía	Kcal	61,00
Cenizas	g	2,3
Grasa	g	0,7
Carbohidratos	g	88,19
Fibra	g	3,6
Acido ascórbico	mg	30,40
Fosforo	mg	36,00
Calcio	mg	22,00
Hierro	mg	1,6
Tiamina	mg	0,05
Riboflavina	mg	0,13
Niacina	mg	0,43

Fuente: (Carrión, 2018; Jativa, 2012; Suquilanda, 2009).

1.3. Almidón

El almidón es un polímero de glucosa que constituye el tejido de almacenamiento más importante en las plantas; se localiza en raíces, tubérculos, semillas y frutas (Alban &

Carrasco, 2012). Su concentración varía según el estado de madurez de su fuente; desde el punto de vista químico el almidón está compuesto esencialmente de dos polímeros de diferente estructura, amilosa y amilopectina. La amilosa, es un polímero lineal de unidades de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α (1,4); por su parte, la amilopectina se diferencia de la amilosa, en que contiene ramificaciones las cuales están unidas por enlaces α (1,6); en términos generales, los almidones contienen aproximadamente 17 – 27% de amilosa, y el resto de amilopectina (Badui, 2006). Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización (Badui, 2006).

La importancia del almidón en la industria alimentaria es primordial, ya que, es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) (Torres et al., 2013).

1.4. Enzimas

Una enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico, llevando a cabo reacciones químicas a muy altas velocidades, no se consume durante la reacción y en general presenta un alto grado de especificidad (Badui, 2006). La temperatura juega un papel muy importante en la acción de las enzimas, por lo que si son sometidas a temperaturas altas estas se desnaturalizan quedando inactivadas, por otro lado, si se encuentran a temperaturas bajas reducen su actividad (Vásquez & Vásquez, 2009). En el campo alimentario las enzimas ocupan un lugar importante, debido a que la fermentación y otros procesos industriales depende de la acción de las mismas (Benavides & Pozo, 2008).

1.5. Levaduras

Levadura es el nombre genérico dado a un grupo de hongos Ascomicetes pertenecientes al orden endomicetales. Son los microorganismos mas utilizados para la producción de etanol por la vía fermentativa, debido a su alta productividad en la conversión de azúcares a bioetanol, además, la producción de toxinas es muy inferior a la de otros microorganismos. Para que las levaduras puedan actuar necesitan ciertas condiciones específicas: humedad, azúcares, materias hidrogenadas, minerales y trabajar a una temperatura adecuada (Díaz, 2017).

En la naturaleza existen numerosas especies de levaduras, pero las de mayor interés en el campo de las bebidas alcohólicas corresponden al género *Saccharomyces*, aunque existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínima (Alban & Carrasco, 2012; Benavides & Pozo, 2008).

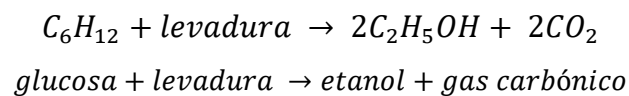
1.6. Bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas se definen como; soluciones aromatizadas de etanol derivadas de numerosos sustratos, que pueden ser cereales (como la cebada en la cerveza), uvas u otras frutas (como el vino), o cualquier carbohidrato (como licores destilados) (Alban & Carrasco, 2012).

Se clasifican en dos grandes grupos: las bebidas fermentadas, como la cerveza, vino y sidra; estas bebidas por lo general poseen un grado alcohólico que oscila en los 5 y 15 grados; por otro lado están las bebidas destiladas, obtenidas generalmente a partir de un producto de fermentación, como el whisky, brandy, vodka, ginebra y ron, caracterizadas por tener un grado alcohólico de 40° (Agualsaca, 2013; Benavides & Pozo, 2008).

1.7. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica, es una bioreacción, que tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno, para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como resultados de la fermentación (Alejandra Arévalo, 2011). Expresada en términos químicos, se establece la siguiente ecuación:



(Ec. 1)

La fermentación alcohólica, comienza después de que la glucosa se degrada a ácido pirúvico, este ácido se convierte luego en CO₂ y etanol. En la industria alimentaria este proceso es aprovechado para la elaboración de pan, cerveza, vino, licores, entre otros productos fermentados (Alban & Carrasco, 2012).

1.8. Destilación

Se puede definir la destilación como la separación de los componentes de una solución en función de su volatilidad en el punto de ebullición (punto de destilación) (Univeridad Politecnica de Valencia, 2017).

Para comprender la destilación, se deduce que los mayores componentes de las bebidas destiladas son alcohol etílico y agua. Los puntos de ebullición del alcohol y del agua difieren considerablemente, pues esta, a presión atmosférica a nivel de mar, hierve a 100°C, en tanto que el primero lo hace a 78,4°C; en cambio, una mezcla de ambos líquidos se encontrará entre las dos cifras dadas (Alban & Carrasco, 2012).

La destilación se puede clasificar en dos tipos:

1. Destilación simple: Es el método que se emplea para la separación de líquidos con punto de ebullición inferior a 150°C, sirve para separar mezclas de líquidos de distintos puntos de ebullición (Alban & Carrasco, 2012; Vásquez & Vásquez, 2009).
2. Destilación fraccionada: es una variante de la destilación simple, que se emplea principalmente cuando es necesario separar líquidos con puntos de ebullición cercanos. La diferencia radica en el uso de una columna de fraccionamiento, ésta permite un mayor contacto entre los vapores que ascienden con el líquido condensado que desciende, por la utilización de diferentes platos (Vásquez & Vásquez, 2009).

El resultado de cualquier destilación se divide en tres fracciones; cabeza, cuerpo y cola. En la cabeza, se encuentran las sustancias más volátiles que son las primeras en salir debido a sus bajos puntos de ebullición, se trata de sustancias como la acetona, metanol y varios ésteres; estos productos al ser consumidos pueden producir ceguera y muerte; para evitar que las cabezas contaminen el destilado se debe controlar la temperatura, ya que, por lo general estas entran a ebullición a partir de los 55 – 78°C. En cuanto al cuerpo, se le considera la mejor parte de la destilación, es reconocido por su color ampliamente transparente, entra en ebullición a partir de los 78,4 – 82°C. Finalmente, las colas tienen alcoholes a un punto de ebullición mas elevado, como son los furfuralos que producen mal sabor en el destilado (Vásquez & Vásquez, 2009).

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de experimentación

El trabajo experimental se llevo a cabo en el laboratorio de Análisis de Química Instrumental de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, que cuenta con los materiales y equipos necesarios.

2.2. Materiales

Para el desarrollo experimental de la bebida alcohólica tipo vodka se emplearon los siguientes materiales ilustrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Materiales, equipos e insumos

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS
Vasos de precipitación 100, 500 y 1000 ml	Refractómetro	Metabisulfito
Probetas de 250 ml	Balanza analítica	Agua destilada
Cuchillos	Balanza técnica	Solución de lugol
Olla de acero inoxidable	Potenciómetro	Fenolftaleína
Papel toalla	Cámara de refrigeración	Hidróxido de sodio 0,1N
Papel absorbente	Licadora	Papa china
Papel aluminio	Estufa	Oca
Bureta	Pulverizador	Mix de levadura
Pipetas volumétricas 5 ml, 10 ml	Equipo de destilación	Almidón de papa china
Cucharas	Termómetro	Almidón de oca
Tabla de picar	Alcoholímetro	Enzima Alfa amilasa
Baldes		Enzima Glucoamilasa
Jarras		
Tela para filtrar		
Cedazo		
Botellas de vidrio de 750 ml		
Guantes		
Cofia		
Mandil		
Mascarilla		
Mortero		
Bomba airlock		
Envases fermentación		

2.3. Métodos

2.3.1. Materia prima

La papa china y la oca, utilizadas como materia prima, tuvieron procedencia de la parte sur del país, (Zamora Chinchipe), y de la parte céntrica del país, (Cañar); ambas materias se adquirieron en el mercado El Arenal ubicado en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

2.3.2. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental factorial completo a dos niveles con 2 factores y tres replicas en el punto central, teniendo como variables: tiempo de fermentación y cantidad de enzima, considerando constantes la cantidad de materia prima y levadura; obteniendo un total de 7 experimentos para cada tipo de materia prima empleada: papa china, oca, almidón de papa china y almidón de oca, dando un resultado final de 28 experimentos. En la Tabla 5 se muestra el diseño experimental aplicado y en la Tabla 6 las condiciones en que se trabajó para cada experimento.

Tabla 5. Matriz del diseño factorial completo a dos niveles con dos factores y tres replicas en el punto central.

Experimentos #	Matriz de experimentos	
	Enzima	Tiempo de Fermentación
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Según la bibliografía consultada el tiempo de fermentación óptimo se considera dentro de un rango que va desde los 2 a los 7 días de fermentación. Por otro lado, la cantidad de enzima empleada en el diseño experimental obedece a lo que sugieren las fichas técnicas, tanto para la alfa amilasa como para la glucoamilasa variando con un 10% mas y un 10% menos para la experimentación. La cantidad de enzima sugerida es de 0,01 g de enzima por 5,25 g de almidón (Benavides & Pozo, 2008). En el caso del mosto de papa china y oca la cantidad de enzima sugerida es 170 ml/ton de alfa amilasa y 550 ml/ton de glucoamilasa (Guerrero & Yépez, 2018).

La unidad experimental para el caso del almidón fue de 2 kg; mientras que en el caso del mosto de papa china y oca se trabajaron con 7 kg de materia prima.

Tabla 6. Condiciones aplicadas para el diseño experimental de la bebida alcohólica destilada tipo vodka.

Papa China			
	Enzima (g)		Tiempo de Fermentación (días)
	Alfa amilasa	Glucoamilasa	
Máximo	1,32	4,2	7
Optimo	1,2	3,9	5
Mínimo	1,08	3,5	3
Oca			
	Enzima		Tiempo de Fermentación
	Alfa amilasa	Glucoamilasa	
Máximo	1,32	4,2	7
Optimo	1,2	3,9	5
Mínimo	1,08	3,5	3
Almidón de Papa China			
	Enzima		Tiempo de Fermentación
	Alfa amilasa	Glucoamilasa	
Máximo	4,18	4,18	7
Optimo	3,80	3,80	5
Mínimo	3,42	3,42	3
Almidón de Oca			
	Enzima		Tiempo de Fermentación
	Alfa amilasa	Glucoamilasa	
Máximo	4,18	4,18	7
Optimo	3,80	3,80	5
Mínimo	3,42	3,42	3

2.3.3. Obtención del almidón de la papa china y oca

La extracción de almidón se realizó mediante el método de molienda húmeda, reportado por (Alejandro Arévalo, 2017; Aristizábal & Sánchez, 2007) con leves modificaciones; primero se llevó a cabo la selección de materia prima, las papas chinas fueron limpiadas, lavadas y pesadas, posteriormente se peló y se cortó en tamaño de 2 x 2 cm; en el caso de las ocas se trabajó directamente sobre la materia prima sin pelar, estas fueron lavadas, limpiadas y cortadas en piezas de 2cm. Luego de esta variante, la materia prima fue suspendida en una solución de 0,015% de metabisulfito de sodio en una relación 1:1 p/v, donde se mantuvo en reposo alrededor de 20 minutos, posteriormente, estas partículas fueron trituradas en un extractor de jugo para reducir su tamaño. La lechada del almidón fue recuperada utilizando un cedazo y un lienzo de tela como filtro. Este proceso se repitió hasta 3 veces, descartando finalmente la fibra residual. La suspensión resultante se reposó durante 24 horas; en el caso de la papa china la suspensión se mantuvo en reposo dos días para extraer la mayor cantidad de almidón. El sobrenadante líquido fue descartado, la fracción de almidón se lavó con agua

destilada y finalmente fue secada a 45°C, por 3 horas. Por último, el almidón seco se molió hasta lograr un polvo fino, luego se empaquetó en bolsas herméticas y se almacenó hasta su posterior uso. En la figura 3 se muestra el diagrama de bloque del proceso de extracción de almidón.

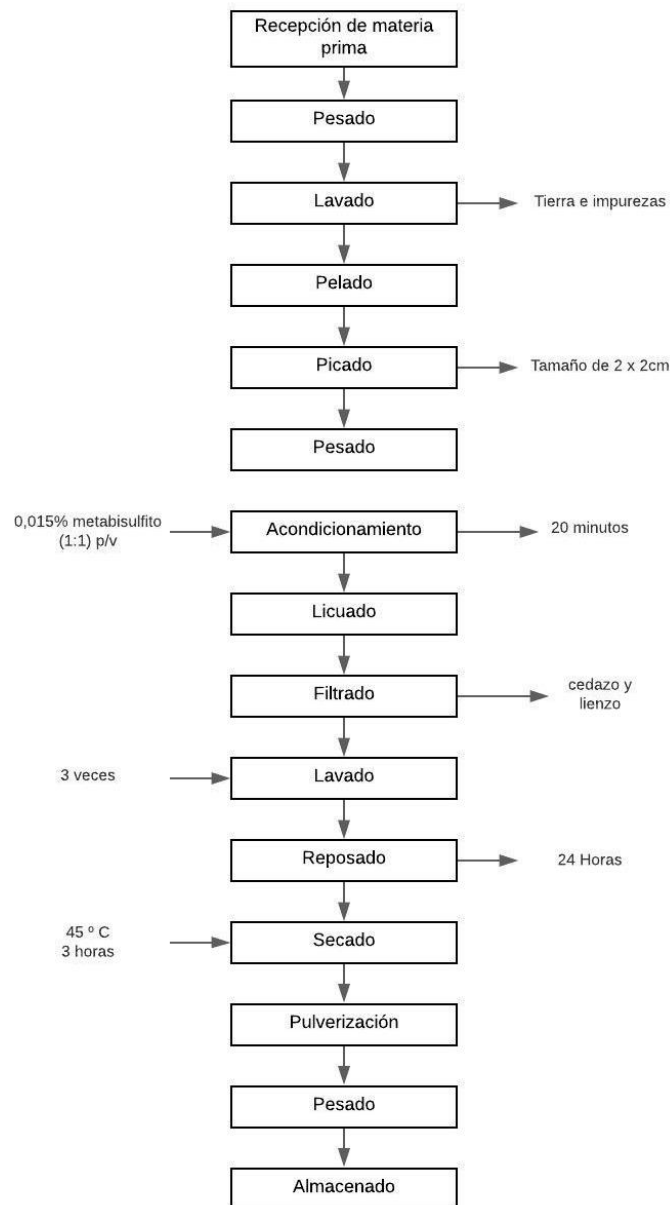


Figura 3. Proceso de obtención de almidón mediante el método de molienda húmeda.

2.3.4. Elaboración del vodka

Para la elaboración del vodka se trabajó de dos maneras, la primera se realizó mediante el proceso convencional, el cual consiste en trabajar de manera directa sobre el mosto de la materia prima. El segundo proceso, consiste en trabajar sobre almidón previamente obtenido de los tubérculos.

2.3.5. Proceso de elaboración del vodka mediante método convencional

El proceso de elaboración del vodka mediante el método convencional (puré) se muestra en el diagrama de flujo de la figura 4. El diagrama engloba cada paso de la elaboración del vodka: preparación de la materia prima, elaboración del mosto, fermentación, destilación y embotellado.

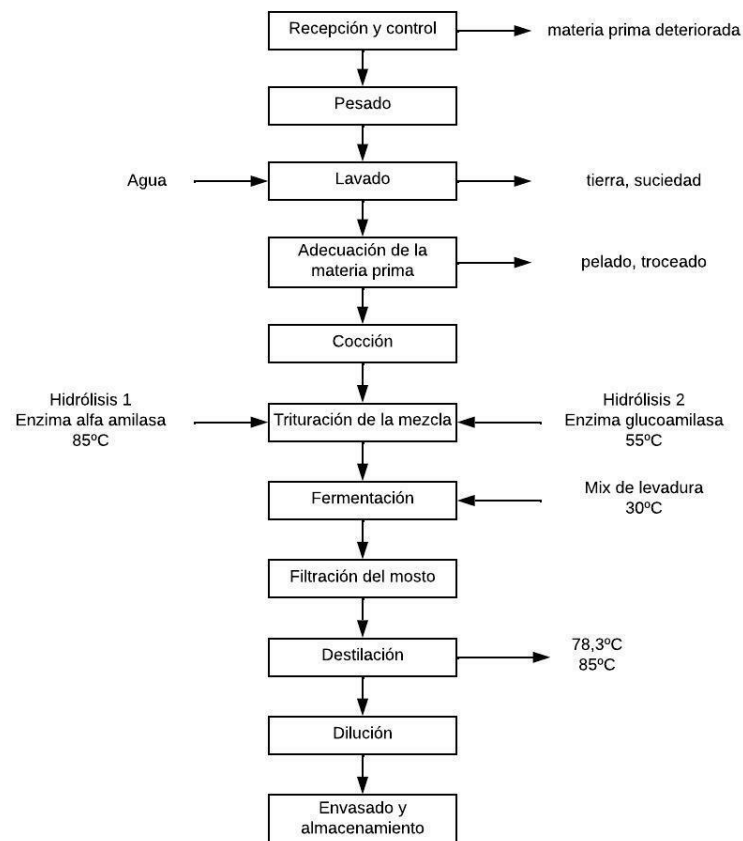


Figura 4. Proceso de elaboración del vodka mediante método convencional.

Descripción del proceso

Recepción y control de la materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de la bebida alcohólica debe estar en buen estado, ya que está directamente relacionada con el sabor y aroma del producto final. Se controló de manera manual, que la materia prima empleada sea la correcta, que no tenga ningún tipo de daño físico o deterioro, de manera que no interfieran en las características organolépticas ni fisicoquímicas del producto final.

Pesado

Se pesó la cantidad de materia prima. Este peso también es tomado en cuenta para calcular el rendimiento.

Lavado de la materia prima

El proceso de lavado para la papa china y la oca se realizó con agua potable con el fin de eliminar materia orgánica extraña a estas (tierra, suciedad) (Guerrero & Yépez, 2018).

Adecuación de la materia prima

Tanto la papa china como la oca se pelaron de manera manual y luego se cortaron en rodajas de 1 cm de ancho de tal manera, que el proceso de cocción sea uniforme.

Cocción

La materia prima es llevada a cocción, durante el tiempo necesario, para que las papas y las ocas queden blandas. La relación materia prima y agua para este proceso fue de 1:2. El proceso de cocción es de gran importancia, ya que, permite gelatinizar los almidones para que luego las enzimas puedan actuar sobre estos y liberar glucosa (Guerrero & Yépez, 2018).

Trituración de la mezcla

Las papas y las ocas una vez cocidas se licuaron hasta obtener una mezcla homogénea, tipo puré. Luego de tener la mezcla triturada se le agregó la enzima alfa amilasa (170ml/ton) a una temperatura aproximada de 85°C, hasta que la prueba de lugol esta sea negativa, además se midieron los grados Brix y el pH, para comprobar que se este produciendo la sacarificación de los almidones. Una vez que la prueba de lugol es negativa, la mezcla se dejo enfrió hasta los 55°C, para agregar la glucoamilasa la cual completará el proceso de sacarificación (Guerrero & Yépez, 2018).

Fermentación

Una vez completada la sacarificación de los almidones, se bajó la temperatura hasta 30°C y se adicionó el mix levadura específico; este proceso duró alrededor de tres a siete días según la experimentación. La cantidad de levadura agregada fue de 2% con respecto al volumen del mosto.

Filtración del mosto

Pasados los días de fermentación se procedió a filtrar el mosto fermentado para retirar cualquier partícula grande que se haya quedado. Para esto se utilizó una tela delgada y limpia de lino (Guerrero & Yépez, 2018).

Destilación del mosto

Una vez obtenido el líquido filtrado se procedió a la destilación, para ello se empleo un destilador de laboratorio. La destilación se llevó a cabo a una temperatura de 78, 3 a 85°C aproximadamente, obteniendo un etanol de grado alcohólico elevado (Guerrero & Yépez, 2018).

Dilución

Una vez obtenido el producto destilado, se midió el grado alcohólico (GA) para realizar la dilución correspondiente, hasta obtener el grado alcohólico deseado, alrededor de unos 40°GL.

Envasado

La bebida alcohólica final se envasó en botellas de vidrio transparentes con capacidad de 750 ml, este material evitará que existan migraciones de olor y sabores extraños del exterior; finalmente se almacenaron a temperatura ambiente.

2.3.6. Proceso de elaboración del vodka a partir del almidón

Una vez obtenido el almidón de los dos tubérculos, se procede a la elaboración de la bebida alcohólica. En el diagrama de la figura 5 se muestra el proceso de elaboración del vodka a partir del almidón.

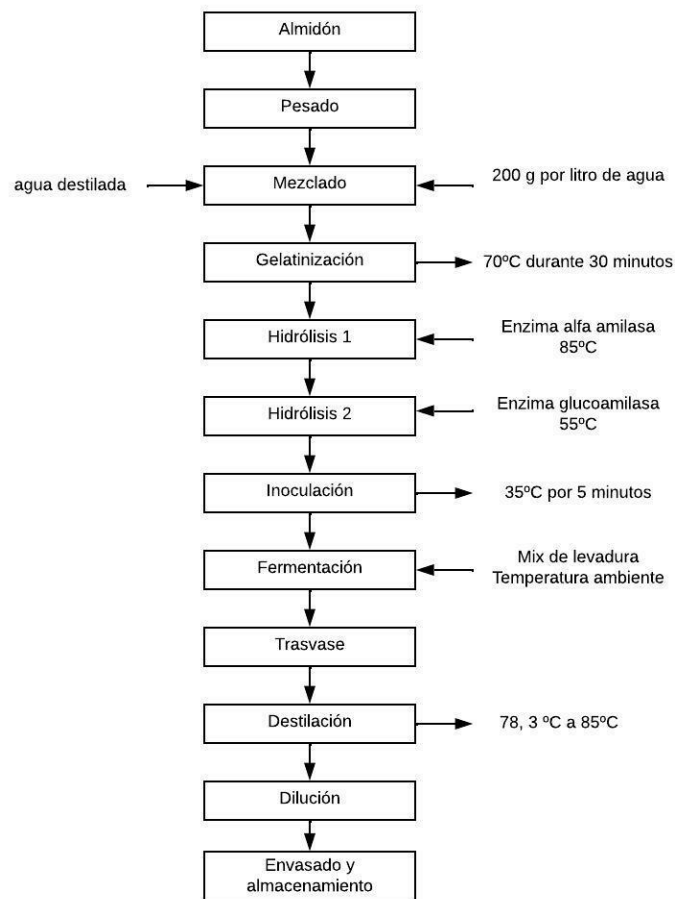


Figura 5. Proceso de elaboración del vodka a partir del almidón.

Descripción del proceso

Pesado

Se procedió a pesar 200 g de almidón por cada litro de agua (Benavides & Pozo, 2008).

Mezclado

Se realizó la mezcla evitando la formación de grumos, tanto para el almidón de la papa china como de la oca.

Gelatinización

Esta mezcla se sometió a temperatura a 70°C durante 30 minutos aproximadamente, dando como resultado la gelatinización del almidón (Benavides & Pozo, 2008).

Hidrolisis 1

Posterior a la gelatinización se adicionó la enzima alfa amilasa (0,01 g de enzima/5,26 g de almidón), una vez adicionada la enzima se dejó en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces glucosídicos y por consiguiente se transformen en dextrinas solubles y oligosacáridos (Benavides & Pozo, 2008).

Hidrólisis 2

Transcurrido el tiempo de la hidrolisis 1 se llevo a cabo la medición de pH y grados Brix, luego se procedió a la adición la enzima glucoamilasa, se dejó en reposo alrededor de una hora para que la enzima hidrolice los enlaces (Benavides & Pozo, 2008).

Inoculación

Este proceso se realizó a 35°C, para lo cual, en un vaso se colocaron 100 ml de mosto y se agregaron 2% del mix de levadura con respecto al volumen del mosto, se dejó en reposo cinco minutos hasta que la levadura se active (Benavides & Pozo, 2008).

Fermentación

El mosto inoculado se llevó a los recipientes, donde se realizó la fermentación alcohólica a una temperatura ambiente de 18°C. este proceso se mantuvo hasta obtener un pH constante.

Trasvase

Terminado el proceso de fermentación (Brix y pH constante) se procedió a trasvasar el mosto con el fin de eliminar los sedimentos.

Destilación

El mosto se destiló en un alambique a 78° - 85°C, obteniendo etanol con grado alcohólico elevado (Benavides & Pozo, 2008).

Dilución

Se realizó la dilución correspondiente hasta obtener el grado alcohólico 40°GL.

Envasado

Luego de haber destilado y diluido la bebida alcohólica se envasó en botellas de vidrio transparentes con capacidad de 750ml, finalmente se almacenaron a temperatura ambiente.

2.3.7. Análisis fisicoquímicos

2.3.7.1. Determinación del rendimiento del almidón

Una vez que se obtuvo el almidón de la papa china y de la oca, se procedió a medir el rendimiento. Para el cálculo de este se empleó la siguiente formula.

$$\%R = \frac{PA}{PM} \times 100$$

Donde:

PA= peso del almidón

PM= peso de la materia prima

R= rendimiento

(Ec. 2)

2.3.7.2. Determinación del pH

La medida experimental del pH de una solución se realiza mediante el potenciómetro. Para este trabajo se tomó la medida del pH todos los días con la ayuda de un potenciómetro digital a escala de 1-14.

2.3.7.3. Determinación de sólidos solubles expresados en grados Brix

Se tomaron muestras de cada tratamiento durante el proceso fermentativo, se midió el % de sólidos solubles en el refractómetro digital MA871 a escala de 0-85°Brix , todos los días a la misma hora (Benavides & Pozo, 2008). Este parámetro se mide adicionando gotas en el prisma del refractómetro, el que refleja directamente la medida de la concentración en grados Brix.

2.3.7.4. Determinación de acidez total

Esta medida se realizó bajo lo especificado en la NTE INEN 341:1978 “Bebidas alcohólicas. Determinación de acidez”(INEN 341, 1978) La prueba se realizo por duplicado.

2.3.7.5. Determinación de grado alcohólico

La determinación de esta variable se realizó mediante lo especificado en la NTE INEN 340:2016 “Determinación de grado alcohólico para bebidas alcohólicas”. El método consiste en realizar una destilación simple de la bebida alcohólica y determinar el contenido de alcohol etílico a partir de la lectura dada por un alcoholímetro (INEN 340, 2016).

2.3.8. Análisis sensorial

Evaluación sensorial

Una vez realizados los análisis fisicoquímicos, se procedió con la evolución sensorial; esto solo es aplicable con los experimentos que con cumplen con la norma especificada para este tipo de bebidas.

Una vez desarrollada la bebida alcohólica se realizó la evaluación sensorial la cual se llevo a cabo en dos etapas. Al tratarse de una bebida alcohólica la muestra fue tratada con un vehículo, en este caso agua tónica.

En la primera etapa se procedió con un estudio descriptivo en el cual se trabajó con 10 panelistas semientrenados, a cada panelista se le entrego la muestra codificada y una ficha de catación en la que calificaron los siguientes factores: visual, olfativo, gustativo y regusto.

Con los resultados obtenidos de la primera etapa se conoció cual es el experimento con las mejores características de cada materia prima respectivamente. Obtenidos estos resultados se procedió con la segunda etapa, misma que consistió en un estudio de aceptabilidad con un panel de 30 degustadores al azar tipo consumidores. Estos panelistas evaluaron el vodka obtenido en la primera fase versus una marca ya comercial establecida. Para este proceso se preparo un coctel básico con las dos marcas a comparar.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Luego de haber desarrollado la experimentación del trabajo “Desarrollo de una bebida alcohólica destilada tipo (vodka) a partir de dos variedades de tubérculos, papa china (*Colacasia esculenta*) y oca (*Oxalis tuberosa*)”, se obtuvo los siguientes resultados.

3.1. Análisis de datos

3.1.1. Rendimiento del almidón extraído de la papa china y oca

El rendimiento del almidón se determinó mediante la diferencia de pesos entre la cantidad de materia prima que se receiptó y la cantidad de almidón que se obtuvo al finalizar el proceso de extracción. En el caso de la papa china, se realizó una extracción ingresando un total de 105,15 kg de tubérculo y obteniendo un total de 19,39 kg de almidón de papa china; en cuanto a la oca ingresó un total de 114,15 kg de materia prima y se obtuvo un total de 27,81 kg de almidón de oca. En la tabla 7, se puede observar el rendimiento de la extracción del almidón de cada tubérculo.

Tabla 7. Rendimiento de almidón de los tubérculos (Papa china y Oca).

Materia Prima	Porcentaje de almidón
Papa china	18,44%
Oca	24,36%

El valor del rendimiento del almidón de papa china es de 18,44%, el cual es un valor aceptable comparado con el obtenido en el trabajo “Extracción y uso de almidón de papa china (*Colacasia esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados”, que lograron el 19,89 % (Songor & Tenesaca, 2019). Por otro lado, el rendimiento del almidón de oca se podría considerar bueno, ya que Carrión, Lucero en su trabajo “Obtención de almidón y glucosa a partir de Oca (*Oxalis tuberosa*) por hidrólisis ácida y su cinética de extracción”, obtuvo un rendimiento de 25,38% (Carrión, 2018).

3.1.2. Caracterización del producto final (pH, Brix, Acidez total, grado alcohólico, análisis sensorial)

Para el análisis estadístico de este trabajo experimental se utilizó el programa estadístico MINITAB 2017; en el cual se identificaron las variables significativas que influyen en las características fisicoquímicas y la aceptación sensorial. Se empleó el diagrama de Pareto y conjuntamente se analizó la gráfica de los efectos estandarizados de probabilidad normal (Normal Plot) y medio normal (Half Normal Plot), además, se fijó un nivel de confianza del

95% ya que la elaboración de la bebida destilada tipo vodka a partir de papa china y oca presenta variabilidad en varias partes del proceso como: materia prima, acción de las enzimas, tiempo de fermentación y destilación.

Tabla 8. Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de Oca.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,070019	0,02334	1,16	0,454
Lineal	2	0,05941	0,029705	1,47	0,359
A (Cantidad de Enzima)	1	0,025921	0,025921	1,28	0,339
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,033489	0,033489	1,66	0,288
Segundo Orden	1	0,010609	0,010609	0,53	0,521
A*B	1	0,010609	0,010609	0,53	0,521
Error	3	0,060542	0,020181		
Curvatura	1	0,001392	0,001392	0,05	0,848
Error puro	2	0,05915	0,029575		
Total	6	0,130561			

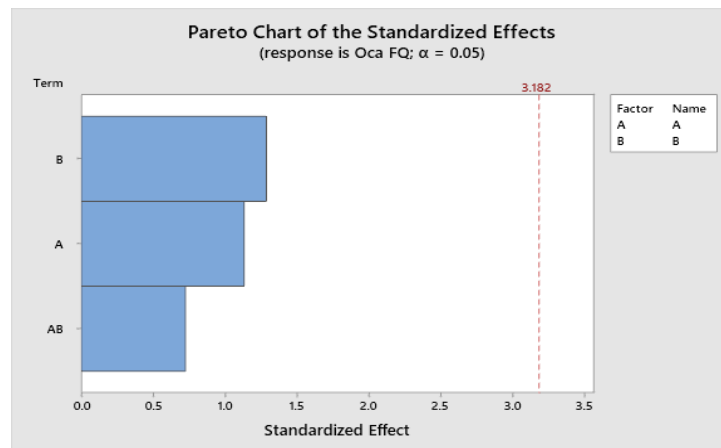


Figura 6. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de Oca.

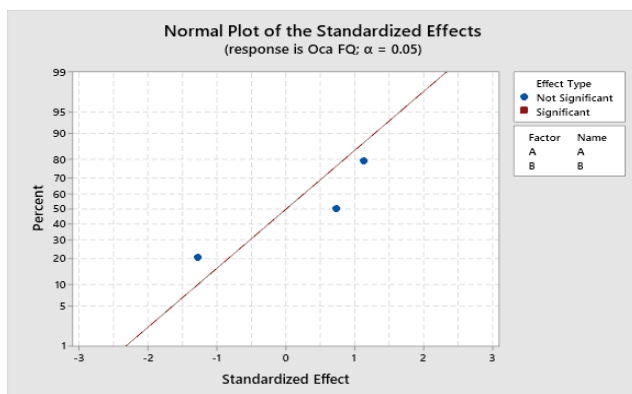


Figura 7. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de oca.

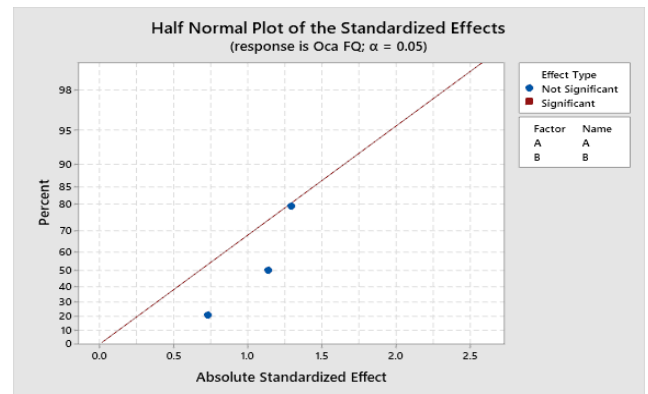


Figura 8. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de oca.

Tabla 9. Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de almidón de Oca.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,037811	0,012604	0,39	0,769
Lineal	2	0,03305	0,016525	0,51	0,643
A (Cantidad de Enzima)	1	0,028561	0,028561	0,89	0,416
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,004489	0,004489	0,14	0,734
Segundo Orden	1	0,004761	0,004761	0,15	0,726
A*B	1	0,004761	0,004761	0,15	0,726
Error	3	0,096506	0,032169		
Curvatura	1	0,080105	0,080105	9,77	0,089
Error puro	2	0,016401	0,0082		
Total	6	0,134317			

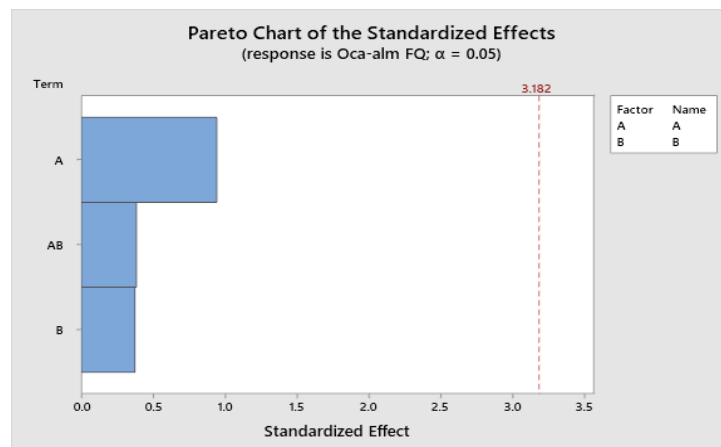


Figura 9. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que intervienen en el desarrollo del vodka a base de almidón de oca.

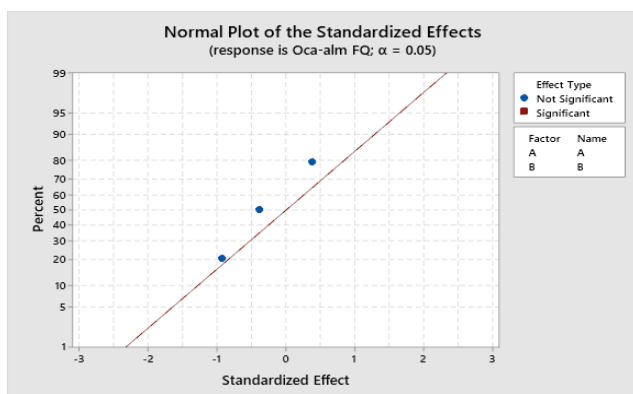


Figura 10. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de almidón de oca.

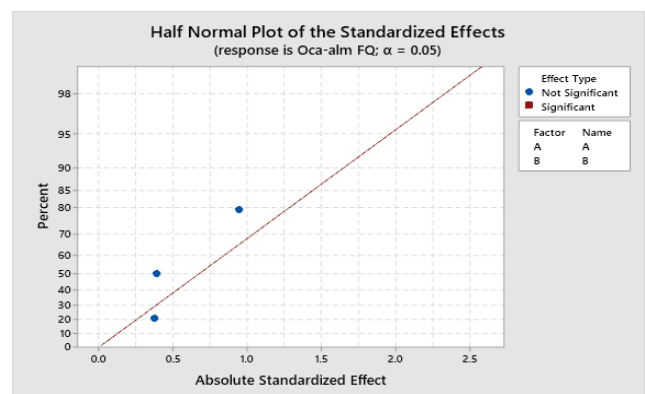


Figura 11. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de almidón de oca.

Tabla 10. Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de Papa china

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,26191	0,0873	2,21	0,265
Lineal	2	0,23129	0,11565	2,93	0,197
A (Cantidad de Enzima)	1	0,01877	0,01877	0,48	0,54
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,21252	0,21252	5,39	0,103
Segundo Orden	1	0,03062	0,03062	0,78	0,443
A*B	1	0,03062	0,03062	0,78	0,443
Error	3	0,11834	0,03945		
Curvatura	1	0,0967	0,0967	8,94	0,096
Error puro	2	0,02164	0,01082		
Total	6	0,38025			

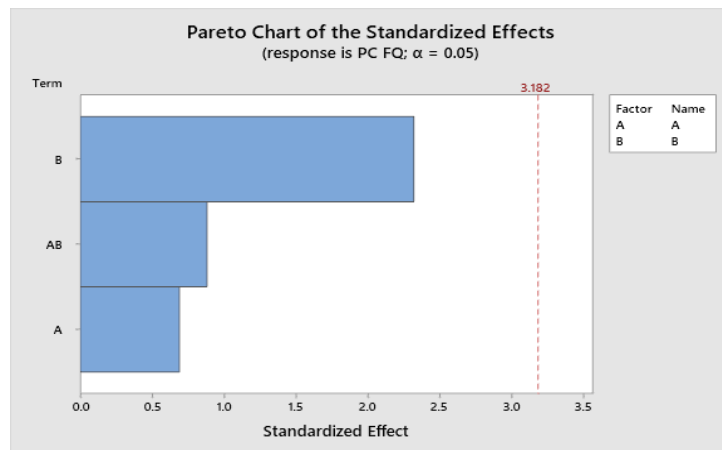


Figura 12. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de Papa china.

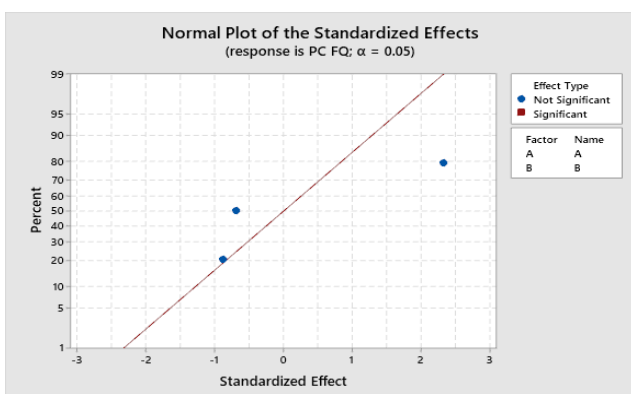


Figura 13. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de Papa china.

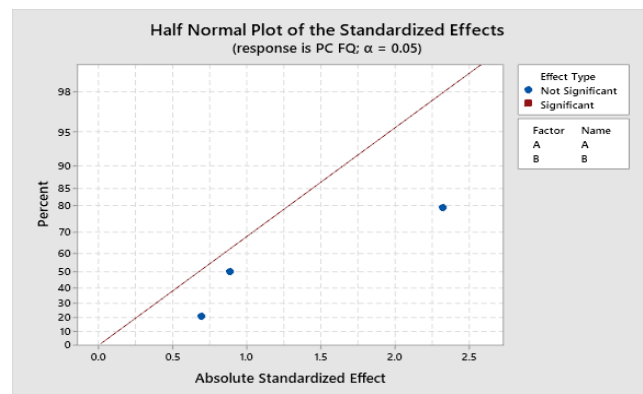


Figura 14. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de Papa china.

Tabla 11. Análisis de varianza obtenido de la relación (tiempo de fermentación/cantidad de enzima) de las muestras de Vodka de almidón de Papa china.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,086019	0,028673	0,17	0,912
Lineal	2	0,028659	0,014329	0,08	0,922
A (Cantidad de Enzima)	1	0,016002	0,016002	0,09	0,78
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,012656	0,012656	0,07	0,804
Segundo Orden	1	0,05736	0,05736	0,33	0,604
A*B	1	0,05736	0,05736	0,33	0,604
Error	3	0,515323	0,171774		
Curvatura	1	0,507785	0,507785	134,73	0,007
Error puro	2	0,007538	0,003769		
Total	6	0,601342			

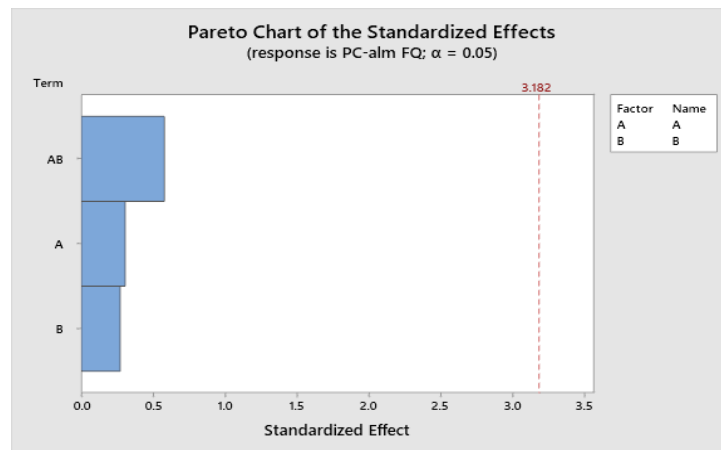


Figura 15. Análisis de Pareto de los factores fisicoquímicos que interviene en el desarrollo del vodka a base de almidón de Papa china.

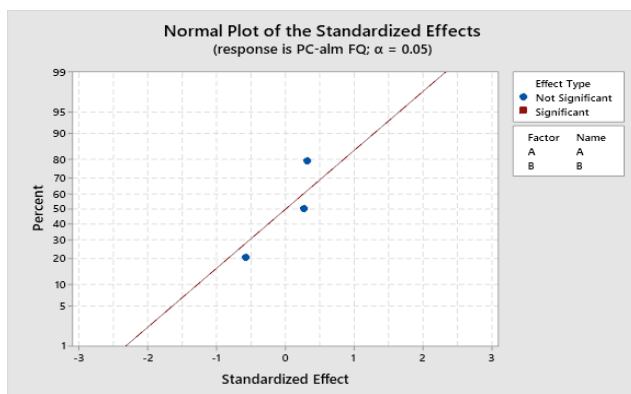


Figura 16. Efectos estandarizados de probabilidad normal del vodka de almidón de Papa china.

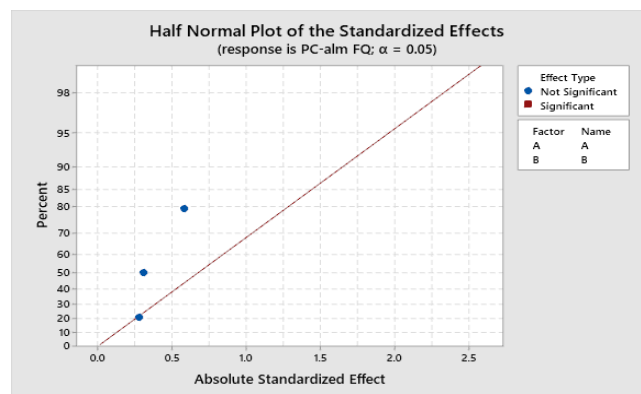


Figura 17. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal del vodka de almidón de Papa china.

En el diagrama de Pareto (Figura 6) del vodka a base de oca no se observa ninguna variable significativa en comparación con la línea de referencia establecida en un valor de 3,182; la cual fue determinada con un alfa de 0,05 a un nivel de confianza del 95%. En cuanto a la gráfica de los efectos estandarizados de probabilidad (Normal Plot) (Figura 7) y medio normal (Half Normal Plot) (Figura 8), se puede observar de igual manera que ningún valor es significativo.

En la Tabla 9, se puede observar los resultados del análisis de varianza para las muestras de vodka obtenido a base de almidón de oca, donde se refleja de igual manera en el diagrama de Pareto que los efectos no son significativos sobre la variable respuesta (Figura 9). Así mismo en la (Figura 10) (Normal Plot) y (Figura 11) (Half Normal Plot) se evidencia que ningún valor es significativo.

En cuanto a los resultados del vodka obtenido a base de papa china, al igual que las anteriores experimentaciones se puede observar mediante el análisis de varianza (Tabla 10) y el diagrama de Pareto (Figura 12) que ningún valor sobre pasa el valor de la línea de referencia establecido 3,182; así mismo, se puede observar mediante la gráfica (Normal Plot) (Figura 13) y medio normal (Half Normal Plot) (Figura 14) que ningún valor es significativo.

Finalmente, en la (Tabla 11) se puede observar los resultados obtenidos en análisis de varianza para los experimentos de almidón de papa china y en la (Figura 15), se muestra el análisis de Pareto, donde, se evidencia que ningún parámetro se encuentra fuera del límite establecido.

Al finalizar las evaluaciones sensoriales estipuladas en el diseño factorial, se procedió a la tabulación de datos, para lo cual se estructuró una matriz para cada experimento planteado.

Los resultados de las cataciones se reportaron en matrices separadas por atributo. En cuanto a los valores de respuesta se establecieron dentro de un rango de 5 a 1, donde 5 es excelente y 1 es pésimo. Posteriormente, se realizó una matriz general que engloba los resultados de todos los experimentos realizados para cada tipo de materia prima.

Una vez realizada la tabulación de los datos, se elaboraron diagramas de Pareto para observar cuales fueron los efectos significativos sobre la variable respuesta en el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 12. Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras de vodka de Oca.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,025015	0,008338	0,94	0,52
Lineal	2	0,024882	0,012441	1,4	0,372
A (Cantidad de Enzima)	1	0,011772	0,011772	1,32	0,333
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,01311	0,01311	1,48	0,311
Segundo Orden	1	0,000132	0,000132	0,01	0,911
A*B	1	0,000132	0,000132	0,01	0,911
Error	3	0,026661	0,008887		
Curvatura	1	0,013963	0,013963	2,2	0,276
Error puro	2	0,012698	0,006349		
Total	6	0,051676			

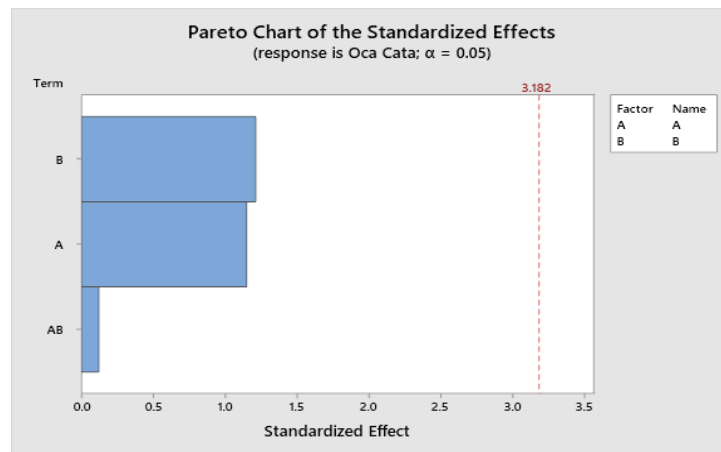
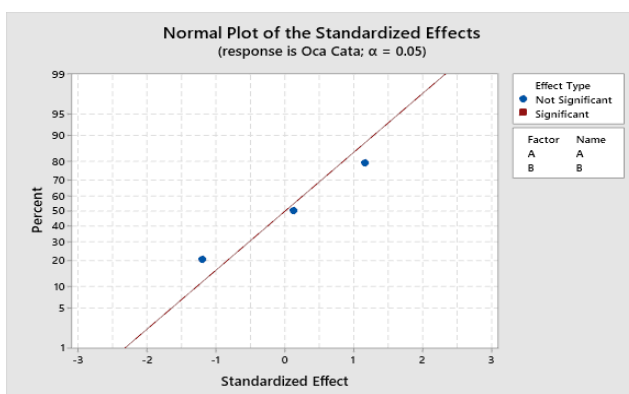
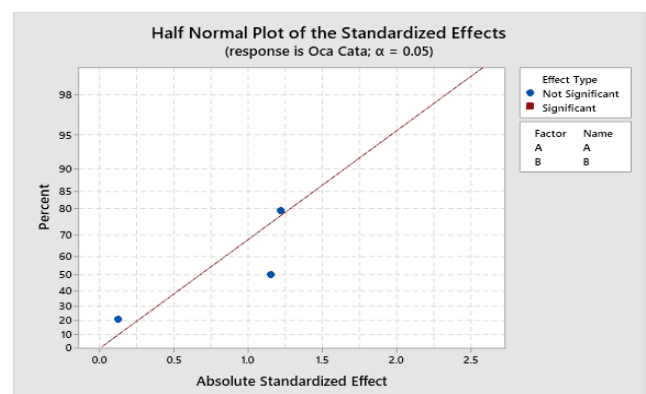
**Figura 18.** Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de Oca**Figura 19.** Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de Oca.**Figura 20.** Efectos estandarizados de medio normal en el análisis sensorial del vodka de Oca.

Tabla 13. Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de almidón de Oca.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,019585	0,006528	0,61	0,654
Lineal	2	0,015295	0,007647	0,71	0,559
A (Cantidad de Enzima)	1	0,002862	0,002862	0,27	0,642
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,012432	0,012432	1,16	0,361
Segundo Orden	1	0,00429	0,00429	0,4	0,573
A*B	1	0,00429	0,00429	0,4	0,573
Error	3	0,032289	0,010763		
Curvatura	1	0,015067	0,015067	1,75	0,317
Error puro	2	0,017222	0,008611		
Total	6	0,051874			

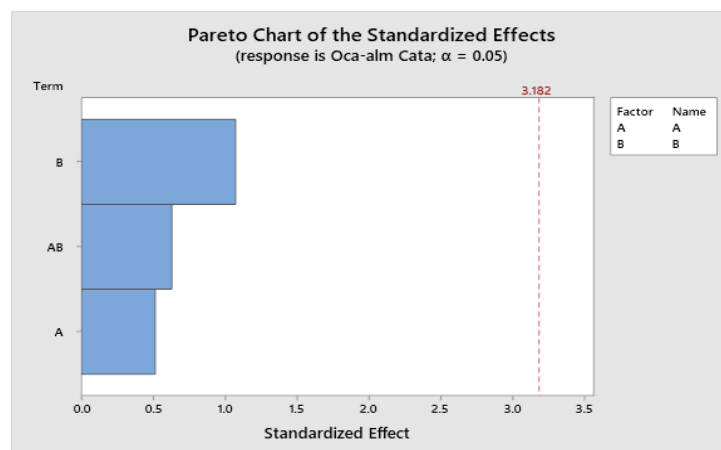


Figura 21. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de almidón de Oca.

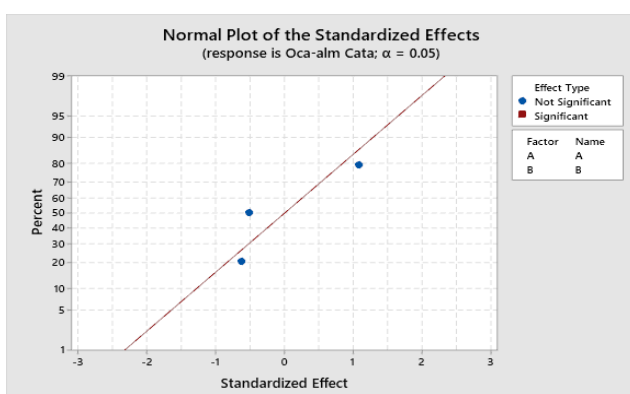


Figura 22. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Oca.

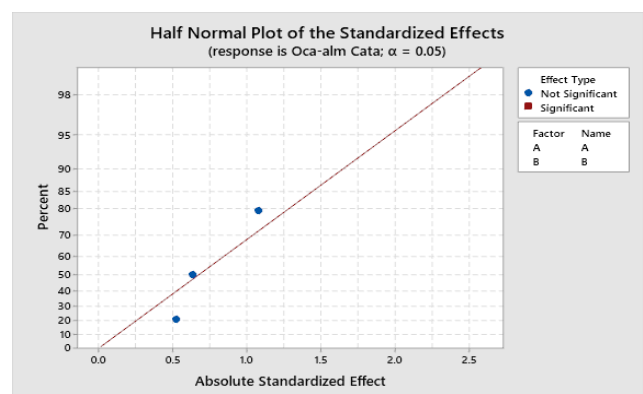


Figura 23. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Oca.

Tabla 14. Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de Papa China.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,00175	0,000583	10,84	0,041
Lineal	2	0,001629	0,000815	15,14	0,027
A (Cantidad de Enzima)	1	0,0009	0,0009	16,73	0,026
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,000729	0,000729	13,55	0,035
Segundo Orden	1	0,000121	0,000121	2,25	0,231
A*B	1	0,000121	0,000121	2,25	0,231
Error	3	0,000161	0,000054		
Curvatura	1	0,000001	0,000001	0,01	0,931
Error puro	2	0,000161	0,00008		
Total	6	0,001911			

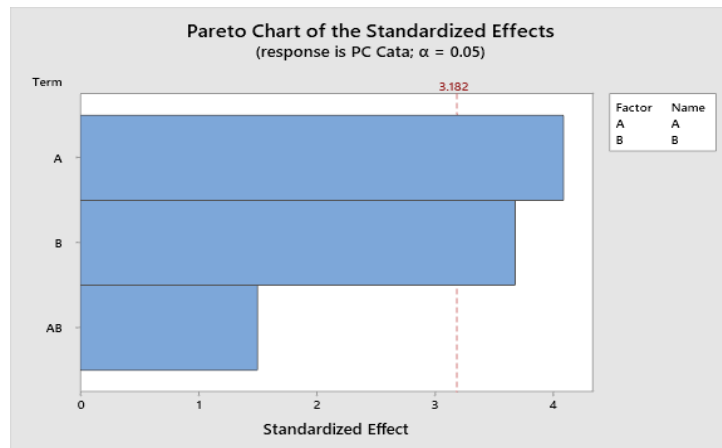


Figura 24. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de Papa China.

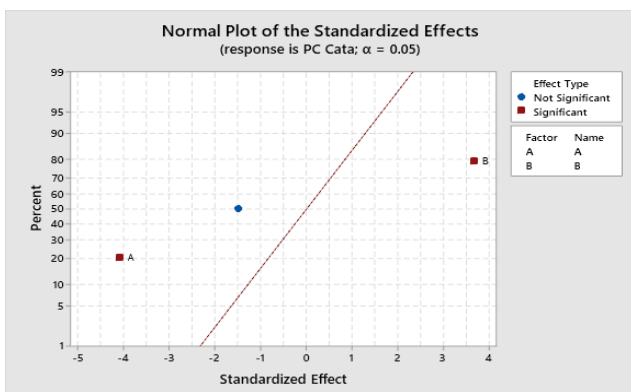


Figura 25. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de Papa China.

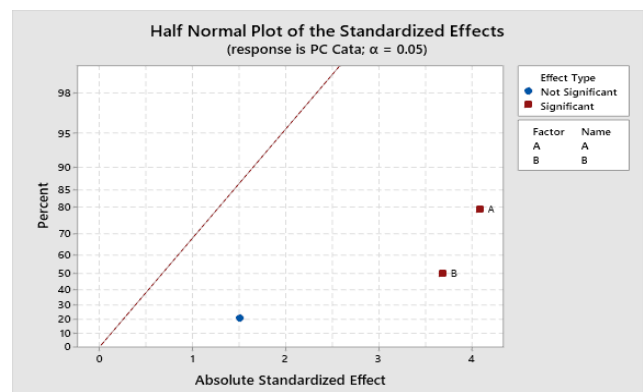


Figura 26. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de Papa China.

Tabla 15. Análisis de varianza obtenido de la catación de las muestras del vodka de almidón de Papa China.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	Valor P
Modelo	3	0,086019	0,028673	0,17	0,912
Lineal	2	0,028659	0,014329	0,08	0,922
A (Cantidad de Enzima)	1	0,016002	0,016002	0,09	0,78
B (Tiempo de Fermentación)	1	0,012656	0,012656	0,07	0,804
Segundo Orden	1	0,05736	0,05736	0,33	0,604
A*B	1	0,05736	0,05736	0,33	0,604
Error	3	0,515323	0,171774		
Curvatura	1	0,507785	0,507785	134,73	0,007
Error puro	2	0,007538	0,003769		
Total	6	0,601342			

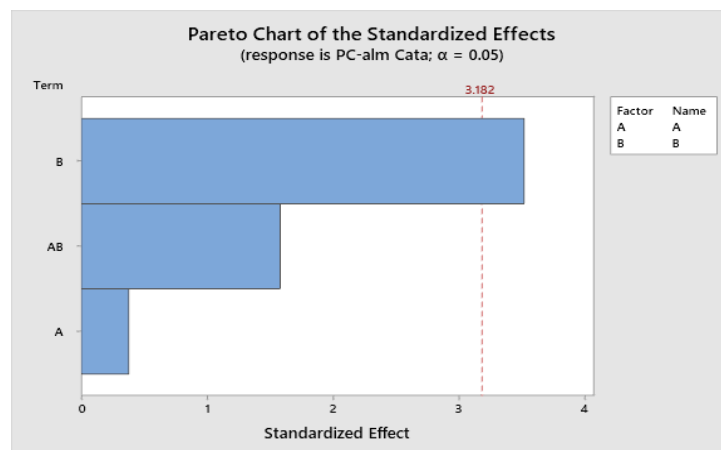


Figura 27. Análisis de Pareto de los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de almidón de Papa China.

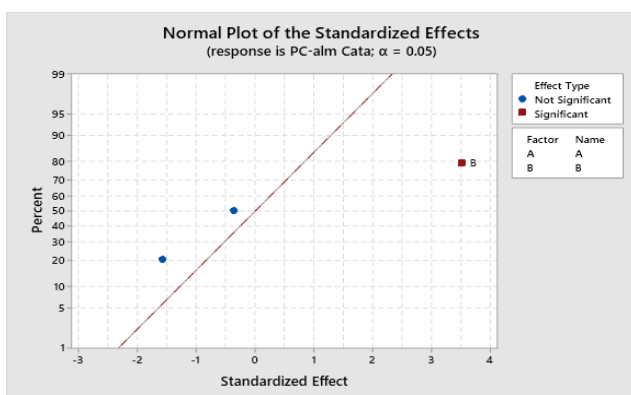


Figura 28. Efectos estandarizados de probabilidad normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Papa China.

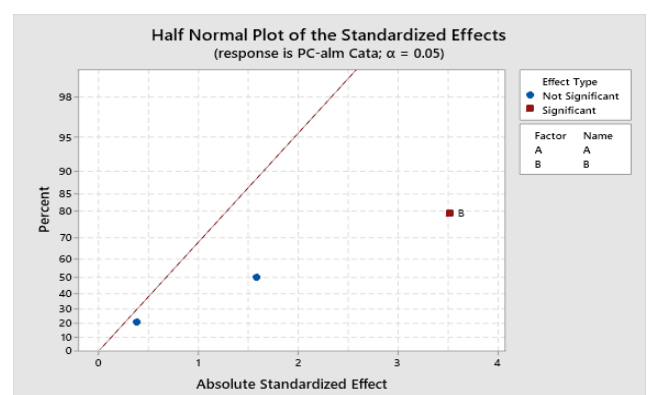


Figura 29. Efectos estandarizados de probabilidad medio normal en el análisis sensorial del vodka de almidón de Papa China.

La tabla 12, nos muestra el análisis de varianza de los resultados obtenidos de la catación del vodka de oca. En la (Figura 18) se puede evidenciar como no existe ninguna variable significativa en comparación con la línea de referencia establecida a un nivel de confianza del 95%, de manera similar, se observa en la (Figura 19) Probabilidad Normal y (Figura 20) Medio Normal, que ningún parámetro es representativo, lo cual sugiere que ninguna variable es significativa para obtener una fermentación adecuada y que esta influya en el sabor final del producto trabajando en las condiciones de experimentación propuestas.

En la Tabla 13, se puede observar los resultados obtenidos en el análisis de varianza para los efectos que inciden en la aceptación sensorial del vodka de almidón de oca. Con estos datos, una vez que se realizó el Diagrama de Pareto (Figura 21) se observa como la aceptación sensorial del producto final no se ve afectada por las variables establecidas, debido a que todas se encuentran dentro del nivel de confianza definido.

Por otro lado, en la Tabla 14, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza de la catación de las muestras del vodka de Papa China; en los cuales se puede observar en el diagrama de Pareto (Figura 24), como las variables en estudio si son significativas, ya que se encuentran por encima del valor de confianza establecido. En la (Figura 25) de probabilidad normal, se puede evidenciar como la variable A (cantidad de enzima) influye de manera negativa en la aceptación del producto y la variable B (tiempo de fermentación) al contrario, influye de manera positiva en la aceptación final del producto. Esto sugiere que, a menor cantidad de enzima, menor aceptación y que a mayor tiempo de fermentación mejora el sabor, por lo que tendrá mayor aceptación. Por otro lado, en la (Figura 26) Medio normal, se puede observar como las dos variables en cuestión influyen de manera positiva en la aceptación final del producto, lo cual sugiere que, a mayor cantidad de enzima y mayor tiempo de fermentación, mejor sabor se va a obtener en el producto final.

Finalmente, en el análisis de la catación del vodka obtenido de almidón de papa china, la Tabla 15, nos muestra el análisis de varianza del mismo. En respuesta al diagrama de Pareto (Figura 27) se observa que una variable presenta un efecto significativo en la experimentación. Analizando la grafica de la probabilidad normal (Figura 28) y media normal (Figura 29), se observa como la variable B (tiempo de fermentación) incide de manera positiva en la aceptación del producto, esto sugiere que el almidón de la papa china si tiene efectos significativos en el sabor; es decir, mientras más tiempo de fermentación mantenga el experimento mejora el sabor del mismo.

Luego de obtener los resultados de todas las experimentaciones, tanto para las pruebas fisicoquímicas como sensoriales, se determinó el mejor experimento de cada materia prima y posterior a esto se realizó una catación final con un panel abierto al publico general, que estuvo constituido por 30 personas en un rango de edad de 18 a 30 años, comparando el

producto frente a una marca comercial ya establecida. Para ello se utilizó la ficha de catación que se muestra en el anexo 2. Como resultado se muestran los porcentajes de aceptación obtenidos por cada muestra. Estos resultados se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Comparación de aceptación de vodka experimental y vodka comercial.

Aceptación de Vodka Experimental				
	Oca	Almión de Oca Catación	Papa China	Almidón de Papa China
Vodka Experimental	86	87	87	92
Vodka Comercial	61	63	85	69
Aceptación	SI	SI	SI	SI

Al realizar la prueba de comparación de aceptación, se observa que el vodka de oca presenta una aceptación favorable en comparación con la muestra comercial, así mismo, en el caso del almidón de oca, al comprar la experimentación con la muestra comercial se tiene como resultado, que el vodka a base de almidón de oca tiene una aceptación favorable versus la muestra comercial.

En cuanto al vodka de papa china y el vodka de almidón de papa china las dos muestras presentan una aceptación favorable ante el público.

3.1.3. Costos de producción

Se realizó un análisis económico del producto terminado con el fin de determinar el costo de producción y la factibilidad de elaboración del mismo.

Tabla 17. Costos de producción.

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Papa China	Kg	230,54	1,1	255
Oca	Kg	204,54	0,55	75
Metabisulfito	Kg	2,55	0,008	8
Levadura	g	133,13	0,35	46,59
Enzima Alfa amilasa	g	28,68	0,04	1,15
Enzima Glucoamilasa	ml	92,6	0,34	31,484
Agua para cocción y fermentación	l	336	0,62	208,32
Envases	c/u	28	0,61	34,07
Gas	Kg	1	2,75	2,75
Costo total de producción			6,368	662,36
Costo de venta unitario				23,66

Volumen obtenido: 21000 ml al 40 °G.

Número de botellas: 28 botellas de 750 ml.

Precio de venta al público: \$23,66

En la Tabla 17, se aparecían los costos de las materias primas e insumos utilizados en la elaboración del vodka. Se realiza el análisis beneficio-costos, en el cual se determina el costo total de producción de la bebida alcohólica destilada tipo vodka en un valor de \$662,36. Se puede estipular que el costo de producción, es elevado ya que la experimentación se llevó a cabo a nivel de laboratorio, lo cual incrementa los costos finales de producción de la bebida alcohólica.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en el trabajo realizado, se puede concluir que el rendimiento de la bebida destilada tipo vodka, teniendo como materia prima el almidón obtuvo un rendimiento menor del esperado. Es importante destacar que en el diseño experimental planteado tanto la levadura como el almidón, en este caso, eran constantes.

Por otro lado, a pesar de tener un bajo rendimiento en la obtención del alcohol de la papa china y la oca como materias primas, el licor obtenido de almidón presentaba mejores características organolépticas, esto se debe a la presencia de otros componentes diferentes a los hidratos de carbono de la papa china y de la oca.

En el proceso productivo, las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica destilada tipo vodka de la papa china y la oca, almidón de papa china y almidón de oca, se determinó que, en la etapa de hidrólisis la variación de pH fue mínima, de igual manera con los grados Brix. En cuanto a la etapa de fermentación y destilación en las variables de grados Brix y pH, no existieron diferencias significativas. En la caracterización del producto final, todos los parámetros están acorde a las normativas correspondientes de este tipo de productos.

Al someter las muestras al análisis sensorial, todas resultaron aceptables, a pesar de que los aromas obtenidos en la fermentación de la papa china fueron mas agradables para los consumidores al compararlos con los otros experimentos delimitados y la muestra comercial, determinando así que la mejor experimentación fue la que se obtuvo de la papa china como materia prima (2307), donde las características de trabajo según lo establecido en el diseño experimental fueron cantidad de enzima (1,08 para la alfa amilasa y 3,5 para la glucoamilasa) con un tiempo de fermentación de 7 días.

Finalmente, al realizar el análisis de costos, se concluye que la producción de la bebida destilada no es rentable, porque los procesos a nivel de escala artesanal en comparación a una producción comercial son de un costo mayor.

RECOMENDACIONES

Para tener seguridad en el uso de materias primas “nuevas” para la formulación de alcoholes es necesario cuantificar la posible cantidad de metanol y alcoholes superiores. Es importante señalar que no se pudo cuantificar la cantidad de metanol obtenido por fermentación debido a que el equipo que se iba a utilizar para esta prueba presentó una avería que no se logró corregir hasta finalizar la tesis.

Esta investigación recomienda realizar la producción de bebidas alcohólicas destiladas tipo vodka de papa china y oca, en temporadas donde exista sobre producción de la materia prima.

BIBLIOGRAFÍA

- Agualsaca, E. (2013). BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE ARROZ (ORYZA SATIVA) UTILIZANDO LEVADURA (ASPERGILLUS ORYZAE), UTE. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1–154. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Alban, C., & Carrasco, J. (2012). ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA, EVALUANDO DOS NIVELES DE LEVADURA UTILIZANDO COMO SUSTRATO PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*) Y CAMOTE (*Ipomoea batatas L*) EN LA PLANTA DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.
- Arévalo, Alejandra. (2011). USO DEL ALMIDÓN DE YUCA PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 130. Retrieved from <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- Arévalo, Alejandro. (2017). CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y TERMICAS DE ALMIDON DE OCA (*oxalis tuberosa*).
- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. *Boletín de servicios agrícolas de la FAO* 163. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. In *Química de los alimentos*.
- Benavides, I., & Pozo, M. (2008). ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA (Vodka) A PARTIR DE TRES VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) UTILIZANDO DOS TIPOS DE ENZIMAS Tesis. 49, 69–73.
- Cabrera, F., & Molina, D. (2017). *Proyecto para la Creación de una Empresa para Fabricación y Comercialización de Vodka a Base de Papa*. 1–30.
- Carlos, J., & Fernández, J. G. (2006). ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA Y EL PROCESO FERMENTATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE PAPA (*Solanum tuberosum*). 16(1).
- Carrión, L. (2018). OBTENCIÓN DE ALMIDÓN Y GLUCOSA A PARTIR DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*) POR HIDRÓLISIS ÁCIDA Y SU CINÉTICA DE EXTRACCIÓN. 113.
- Cordoví, E. (2016). *Bebidas Notables* (Edwacor's). Retrieved from www.freeditorial.com
- Díaz, M. E. E. (2017). *Obtención de bioetanol a partir de Malanga por medio de hidrólisis y fermentación de azúcares*. Quito.
- Guerrero, E., & Yépez, A. (2018). *Elaboración de una Bebida Alcohólica Destilada a partir de Yuca (Manihot esculenta) y Zanahoria Blanca (Arracacia xanthorrhiza)*.
- INEN 340. (2016). *Bebidas Alcohólicas. Determinación Del Contenido De Alcohol Etílico*.
- INEN 341. (1978). *BEBIDAS ALCOHOLICAS. DETERMINACION DE LA ACIDEZ*. 0341.
- INEN 369. (2016). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. INEN 369 Bebidas Alcohólicas. Vodka. Requisitos*. Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_369-5.pdf http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_1511.pdf

- Jativa, H. (2012). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO, QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA OCA (Oxalis tuberosa) CULTIVADA EN DIFERENTES SUELOS EDAFOLÓGICOS DEL ECUADOR*.
- Montalván, G. (2013). *Proceso para la obtención de una pasta alimentaria tipo compota de alto nivel nutricional a partir de la Colocasia Esculenta*. 79. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3664/1/1112.pdf>
- Ortiz, A., & Zea, P. (2016). *Estudio de factibilidad para un proyecto de expansión de la empresa "LICSUR Cía. Ltda." Para la producción y comercialización de cremas de licor "D'Marelli" en la ciudad de Cuenca*. Trabajo. 147, 11–40.
- Romero, A. (2018). *ANÁLISIS NUTRICIONAL COMPARATIVO ENTRE SNACKS DE MALANGA (Xanthosoma saggitifolium) Y PAPA CHINA (Colocasia esculenta) MEDIANTE LA FRITURA CONVENCIONAL*. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4680/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0003.pdf>
- Romero, C. (2013). *ELABORACIÓN DE MACERADOS Y MISTELAS CON ESPECIES VEGETALES DISPONIBLES EN LA PROVINCIA DEL AZUAY*. 84, 487–492. Retrieved from <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3697/1/Tesis.pdf>
- Songor, M., & Tenesaca, A. (2019). *Extracción y uso de almidón de papa china (Colocasia Esculenta) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados*. Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4680/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-0003.pdf>
- Suquilanda, M. B. (2009). *Producción orgánica de cultivos andinos*. 126, 199. Retrieved from http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Torres, A., Durán, M., & Montero, P. (2013). Evaluación de las propiedades funcionales del almidón obtenido a partir de malanga (Colocasia esculenta). *Ciencias e Ingeniería Al Día*, 8(2), 29–38. Retrieved from [http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/5195/1/Evaluacion de las propiedades funcionales.pdf](http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/5195/1/Evaluacion%20de%20las%20propiedades%20funcionales.pdf)
- Univeridad Politecnica de Valencia. (2017). Bebidas destiladas. Tecnología de química de Alimentos. *Escuelapedía*, 1–2. Retrieved from <http://www.escuelapedia.com/bebidas-destiladas-y-fermentadas/>
- Vásquez, M., & Vásquez, L. E. (2009). *OBTENCIÓN DE VODKA A PARTIR DE DOS TIPOS DE MAÍZ (Zea mays): MAÍZ AMARILLO AMILÁCEO Y MAÍZ BLANCO DE GRANO VITRIO*. Retrieved from [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/528/1/03 AGI 239 TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/528/1/03%20AGI%20239%20TESIS.pdf)

ANEXOS

Universidad del Azuay					
Registro de Analisis Sensorial					
Facultad de Ciencia y Tecnología					
Escuela de Ingeniería en Alimentos					
Evaluación sensorial de la Bebida Alcohólica destilada tipo Vodka					
Sexo:		Edad:	Código:	Fecha:	
Instrucciones: Sirvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una X el punto que mejor indique su sentido.					
Test Sensorial					
Factor Visual					
Características	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
Transparencia					
Brillo					
Turbidez					
Factor Olfativo					
Características	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
Tuberculo					
Agradable					
Alcohol					
Dulce					
Extraño (cetona, aldehidos)					
Factor Gustativo					
Características	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
Tuberculo					
Dulce					
Amargo					
Astringente					
Alcohol					
Desagradable					
Factor de Regusto					
Características	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
Tuberculo					
Dulce					
Amargo					
Astringente					
Alcohol					
Persistencia					
Finalmente, evalúe de manera global el producto en una escala de 1 al 3 "siendo 1, la peor valoración y 3 la mejor valoración"					
Escala de valoración					
Características	Malo	Aceptable	Excelente		
Evaluación global de producto	1	2	3		

Anexo1. Ficha de catación para el análisis sensorial del vodka.

Universidad del Azuay			
Registro de Analisis Sensorial			
Facultad de Ciencia y Tecnología			
Escuela de Ingeniería en Alimentos			
Evaluación sensorial de la Bebida Alcohólica destilada tipo Vodka			
Sexo:	Edad:	Fecha:	
Instrucciones: Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique cuanto a usted le gusta o disgusta cada una.			
Test Sensorial			
Valoracion	Caracteristicas	Muestra 1	Muestra 2
	Sabor		
1. Me gusta mucho	Olor		
2. Me gusta			
3. Ni me gusta ni me disgusta			
4. Me disgusta	Global		
5. Me disgusta mucho			
Finalmente, si tuviera oportunidad de comprar uno de estos productos ¿Cual sería?			
Producto	SI	NO	
Muestra 1			
Muestra 2			

Anexo2. Ficha de comparación vodka experimental vs vodka comercial.



Anexo3. Proceso de elaboración del vodka de papa china.



Anexo4. Proceso de elaboración del vodka de oca.