



FEB 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA QUIMICA**



**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
"OBTENCIÓN DEL VODKA POR HIDRÓLISIS
ENZIMÁTICA A PARTIR DE LA PAPA (*Solanum
Tuberosum*) DE LAS VARIEDADES HUAGALINA Y
TUMBAY"**

AUTOR: ING. Dra. SONIA ELIZABETH HERRERA SANCHEZ

PERIODO DE EJECUCION: Del 01 de Febrero del 2018 al 31 de Marzo del 2019

Resolución de aprobación N° 174-2018-R

Callao, 2019

AS

I. INDICE

	Pág.
I. INDICE	1
TABLA DE CONTENIDO	4
II. RESUMEN Y ABSTRACT	7
2.1 Resumen	7
2.2 Abstract	8
III. INTRODUCCIÓN	9
3.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	9
3.1.1 Enunciado del problema de investigación	10
3.1.2 Objetivos de la Investigación	11
3.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
IV. MARCO TEÓRICO	13
4.1 Antecedentes del problema de investigación	13
4.2 Bases teóricas	15
4.2.1 Bebidas alcohólicas	15
4.2.1.1 Fermentación alcohólica	16
4.2.1.2 Condiciones para la fermentación alcohólica	17
4.2.2 Vodka	18
4.2.2.1 Tipos de voka	19
4.2.3 Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	20
4.2.3.1 Composición de la papa	20
4.2.3.2 Variedad Tumbay	21
4.2.3.3 Variedad Huagalina	22
4.2.4 Almidón	23
4.2.4.1 Propiedades funcionales de los almidones modificador y naturales	26
4.2.5 Las Enzimas	27
4.2.5.1 Acción de las enzimas	28
4.2.5.2 Función de las enzimas	28
4.2.5.3 Efectos de la temperatura de las enzimas	28

JS

4.2.5.4 Efecto pH en las enzimas	29
4.2.5.5. Hidrolisis enzimática	29
4.2.6 Levaduras	29
4.2.6.1 <i>sacharomices serviciae</i>	30
4.2.7 Destilación	30
4.2.7.1 Principios de destilación	31
4.2.8 Análisis sensorial	33
4.3 Definiciones de la terminología	34
V. MATERIALES Y METODOS	35
5.1 Materiales Equipos y Reactivos	35
5.1.1 Materiales	35
5.1.2 Equipos	35
5.1.3 Reactivos	35
5.2 Población y Muestra	36
5.2.1 Población	36
5.2.2 Muestra	36
5.3 Técnicas e Instrumento de recolección de datos	37
5.3.1 Pruebas experimentales	37
5.3.2 Hidrolisis enzimática	46
5.3.3 Durante la fermentación	46
5.3.4 Producto terminado	47
5.3.5 Rendimiento del almidón	49
5.3.6 Análisis sensorial	49
5.4 Análisis estadístico de datos	52
VI. RESULTADOS	53
6.1 Resultados del rendimiento del almidón de las variedad de papa utilizada en la investigación	53
6.2 Resultados de Hidrolisis enzimática	54
6.2.1 Prueba de yodo antes de la hidrolisis enzimática	54
6.2.2 Prueba de yodo después de la hidrolisis enzimática	54
6.3 Fermentación alcohólica	54



6.3.1 Grados °Brix	54
6.3.2 Análisis de pH	56
6.4 Análisis físico químicos y sensorial del producto terminado	57
6.4.1 Determinación de esteres	57
6.4.2 Determinación de Acidez	58
6.4.3 Determinación de Aldehído	59
6.4.4 Determinación de Metanol	60
6.4.5 Determinación grado de alcohol	61
6.4.6 Rendimiento del vodka	62
6.4.7 Análisis sensorial	62
6.4.7.1 Aroma	62
6.4.7.2 Color	65
6.4.7.3 Sabor	68
6.4.7.4 Aspecto	71
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
7.1 Discusión	74
7.2 Conclusiones	76
7.3 Recomendaciones	77
VIII. REFERENCIALES	78
IX. APENDICE	81
X. ANEXOS	113
Matriz de Consistencia	113



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Producción de etanol partiendo de diferentes materias primas	16
Tabla 2 Composición química de la papa	21
Tabla 3 Composición del almidón	24
Tabla 4 Propiedades funcionales de almidón	27
Tabla 5 Análisis sensorial del vodka	50
Tabla 6 Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades de papa	53
Tabla 7 Prueba de Yodo antes de la hidrolisis	54
Tabla 8 Prueba de Yodo después de la hidrolisis	54
Tabla 9 Grados Brix variedad de papa	55
Tabla 10 pH variedades de papa	56
Tabla 11 Esteres en Vodka en variedades de papa	57
Tabla 12 Acidez de Vodka en variedad de papa	58
Tabla 13 Aldehídos en Vodka de variedad de papa	59
Tabla 14 Metanol en Vodka de variedad de papa	60
Tabla 15 Grado de alcohol de Vodka en variedad de papa	61
Tabla 16 Aroma de vodka de variedad de papa	62
Tabla 17 Color de vodka de variedad de papa	65
Tabla 18 Sabor de vodka de variedad de papa	68
Tabla 19 Aspecto de vodka de variedad de papa	71



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Papa Tumbay	22
Figura 2 Papa Huagalina	23
Figura 3 Amilosa	24
Figura 4 Amilopectina	25
Figura 5 Levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	30
Figura 6 Proceso de obtención del almidón de las variedades de papa	38
Figura 7 Proceso de obtención del vodka de variedades de papa	39
Figura 8 Papa pelada tumbay y huagalina	40
Figura 9 Rallado de la papa tumbay y huagalina para obtener almidón	40
Figura 10 Almidón de la papa tumbay y huagalina	41
Figura 11 Mezclado del almidón con agua	41
Figura 12 Gelatinización del almidón	42
Figura 13 Adición de la enzima	42
Figura 14 Proceso de hidrolisis de la enzima	43
Figura 15 Inoculación de la levadura	44
Figura 16 Bidones de fermentación	44
Figura 17 Destilación del Vodka	45
Figura 18 Embotellado del Vodka	45
Figura 19 Determinación de grados Brix	46
Figura 20 Determinación de pH	47
Figura 21 Determinación del grado alcohólico	48
Figura 22 Muestra de análisis sensorial del vodka	51
Figura 23 Panelista análisis sensorial del vodka	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 24 Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades	53
Figura 25 Grados Brix de la variedad de papa	55
Figura 26 pH variedades de papa	56
Figura 27 Esteres en vodka de variedades de papa	57
Figura 28 Acidez en vodka de variedad de papa	58
Figura 29 Aldehído en vodka de variedad de papa	59
Figura 30 Metanol en vodka de variedad de papa	60
Figura 31 Grado de alcohol del vodka en variedad de papa	61
Figura 32 Aroma Variedad tumbay TP0	63
Figura 33 Aroma Variedad tumbay TP1	63
Figura 34 Aroma Variedad huagalina TP0	64
Figura 35 Aroma Variedad huagalina TP1	64
Figura 36 Color Variedad tumbay TP0	66
Figura 37 Color Variedad tumbay TP1	66
Figura 38 Color Variedad huagalina TP0	67
Figura 39 Color Variedad huagalina TP1	67
Figura 40 Sabor Variedad tumbay TP0	69
Figura 41 Sabor Variedad tumbay TP1	69
Figura 42 Sabor Variedad tumbay TP0	70
Figura 43 Sabor Variedad tumbay TP1	70
Figura 44 Aspecto Variedad tumbay TP0	72
Figura 45 Aspecto Variedad tumbay TP1	72
Figura 46 Aspecto Variedad huagalina TP0	73
Figura 47 Aspecto Variedad huagalina TP1	73



II. RESUMEN Y ABSTRACT

2.1 Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo Determinar cuál de las variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay presentan mayor rendimiento del vodka mediante la hidrólisis enzimática.

Experimentalmente se evaluaron las variedades de papa tumbay y huagalina para producir vodka. Se obtuvo mayor rendimiento de vodka en la variedad de papa tumbay con un 11,01% respecto al 15,5% de almidón y para la variedad huagalina con un rendimiento de 9,42% respecto al 13,26 % de almidón.

Los resultados de los análisis físico químicos del producto terminado fueron: esterés 3,85 mg/100 mL para la variedad tumbay y 3,75mg/100 mL para la variedad huagalina. Aldehídos fueron de 0,41 mg/100 mL para la variedad tumbay y 0,40 mg/100 mL para la variedad huagalina, contenido de metanol fue de 0,025 mg/100 mL para las dos variedades de papa. La acidez total fue de 3,7 mg/100 mL para la variedad tumbay y 3,0 mg/100 mL para la variedad huagalina. El grado Gay Lussac de contenido alcohólico fue de 42,25 para la variedad tumbay y de 45,58 para la variedad huagalina

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados mediante diagrama de Pareto con minitab v17. Los panelistas indicaron de muy bueno para el producto terminado para la variedad huagalina con 80% en aroma y tumbay con 60%; para color 92,5% para las dos variedades de papa, sabor 80% para huagalina y 65% tumbay. Aspecto para la variedad huagalina 62,5% y 80% para tumbay.

Palabras clave: Vodka, Fermentación, hidrólisis enzimática, almidón, destilación, enzima.



2.2 ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine which of the varieties of potato (*Solanum Tuberosum*) Huagalina and Tumbay present higher vodka yield through enzymatic hydrolysis

Experimentally, varieties of potato tumbay and huagalina were evaluated to produce vodka. A higher yield of vodka was obtained in the variety of papa tumbay with 11,01% with respect to 15,% of starch and for the variety of the huagalina with a yield of 9,42% compared to 13.26% of starch.

The results of the physical-chemical analysis of the finished product were: esters 3.85 mg / 100 mL for the tumbay variety and 3.75 mg / 100 mL for the huagalina variety. Aldehydes were 0,41 mg / 100 mL for the tumbay variety and 0.40 mg / 100 mL for the huagalina variety, methanol content was 0,025 mg / 100 mL for the two potato varieties. The total acidity was 3,7 mg / 100 mL for the tumbay variety and 3,0 mg / 100 mL for the huagalina variety. The Gay Lussac grade of alcohol content was 42,25 for the tumbay variety and 45,58 for the huagalina variety

The results of the sensory analysis were analyzed by Pareto diagram with minitab v17. The panelists indicated very good for the finished product for the huagalina variety with 80% aroma and tumbay with 60%; for color 92,5% for the two varieties of potato, 80% flavor for huagalina and 65% tumbay. Appearance for the 62,5% and 80% huagalina variety for tumbay.

Key Word: Vodka, Fermentation, enzymatic hydrolysis, starch, distillation, enzyme.



III. INTRODUCCIÓN

3.1 Presentación del problema de Investigación

Actualmente se vive una problemática con los agricultores por los bajos precios del tubérculo el Ministerio de Agricultura y Riesgo (MINAGRI) no cuenta con una política de planificación en el sector Agrario donde se pueda dar solución a la sobre producción. Esto sucede cada vez que hay fenómenos del niño por la cantidad de agua que queda y que los agricultores aprovechan para sembrar más hectáreas de cultivo de papa ya que este cultivo requiere grandes cantidades de agua porque el riego aun es por inundación.

En julio 2017, la producción de papa totalizó 243 mil 139 toneladas, incrementándose en 9,0% al compararlo con similar mes del año anterior, explicado por las mayores superficies cosechadas y condiciones climáticas favorables que permitieron el buen desarrollo del cultivo; señaló el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Por otro lado hay problema de importación de papa que se viene usando para las pollerías y supermercados en presentaciones congeladas listas para freír por las políticas del estado y tratados de libre comercio.

El MINAGRI debe visitar los campos con los agricultores asesorando en la parte técnica para el mejoramiento de la calidad y productividad y poder



exportar la papa y/o cambiar de tipo de cultivo para para prevenir la sobre producción.

Los agricultores no saben más que cultivar y comercializar y es por ello que se requiere industrializar la papa ya sea como papa seca, licores, almidón de papa, puré de papa u otro tipo de productos procesados.

Por tal motivo se debe dar otro uso a la papa que no sea solo de consumo directo si no procesarlo y obtener una bebida alcohólica como el Vodka que se obtiene de las papas que tiene mayor cantidad de almidón como son la Huagalina y Tumba.

3.1.1 Enunciado del problema de investigación

Problema General

¿Cuál de las variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay presentan mayor rendimiento del vodka mediante la hidrolisis enzimática?

Problemas específicos

1. ¿Qué características físico químicas y sensorial presenta los tratamientos en estudio?
2. ¿Cuál será el rendimiento de Vodka según variedad de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay?



3.1.2 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar cuál de las variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay presentan mayor rendimiento del vodka mediante la hidrólisis enzimática.

Objetivos Específicos

1. Analizar las características físico químicas y sensorial de los tratamientos en estudio
2. Determinar el rendimiento de Vodka según variedad de papa (*Solanum Tuberosum*) Huagalina y Tumbay.

3.2 Importancia y Justificación de la investigación

Es de suma importancia industrializar la papa por la sobreproducción, la oferta supera la demanda actualmente considerando que el Perú es un país papero que se cultiva diversos tipos de papa así mismo existe una gran demanda de bebidas alcohólica, esto permitirá darle un valor agregado que ayudara al agricultor cubrir la inversión de cultivo y tener un margen de utilidad para mejorar su calidad de vida en el campo y evitar que se pierda el excedente de papa.

Por su Naturaleza

El vodka de papa es un producto que tiene un olor neutral y un gusto a alcohol totalmente transparente característico al tipo de papa usado para su producción y se puede utilizar en coctelería.

Por su Magnitud

Al obtener una bebida alcohólica destilada como el vodka partir del almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) de las variedades Huagalina y Tumbay,

reaprovechando la papa y darle un valor agregado para que los agricultores se vean beneficiados económicamente.

Por su Trascendencia

El Vodka de papa presenta un potencial valor económico y social, para los agricultores que cultivan las variedades Huagalina y Tumbay y se utilizan las papas de todo tipo y tamaño.

Por su Vulnerabilidad

Los agricultores se ven afectados cuando cultivan papa y sus precios son baratos que se genera por la sobre producción por lo que es una alternativa la producción de esta bebida por su gran sabor y uso como bebida destilada.

Por su Aporte Tecnológico

El vodka de papa tiene múltiples aplicaciones en la industria de bebidas por sus características sensoriales y sabor agradable mediante el método de hidrólisis enzimática.



IV.MARCO TEORICO

4.1 Antecedentes del Problema de Investigación

Los antecedentes bibliográficos revisados para el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Benavidez y Pozo (2008) estudiaron como factores: Factor A: Variedades de papa (super chola, capiro, gabriela) Factor B: Tipos de enzima (Termamyl 120 Type L y Fungamyl 800 L) y se evaluaron mediante las variables cualitativas: prueba de yodo y pruebas organolépticas y variables cuantitativas: rendimiento de almidón, porcentaje de sólidos disueltos, pH, grado alcohólico, acidez total, esterres, aldehídos, alcoholes superiores, metanol, rendimiento de vodka.

Según Ponce (2011) existen evidencias científicas de que la papa chilena originaria de Chiloé es la ascendiente de las actuales papas europeas. Ellas constituyeron uno de los alimentos principales que sustentaron al Ejército Rojo durante la Segunda Guerra Mundial. No sólo como papas cocinadas, sino que a partir de ellas se fabricaba vodka, el licor típico de Rusia.

Escudero-Vásconez, Jijón-Castro y Pazmiño-García (2012) elaboraron vodka a partir de papa "super chola" fue realizada mediante una previa obtención de almidón, con un rendimiento del 12.9%, el cual fue aceptable. Posteriormente la fermentación alcohólica del almidón se realizó empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y una enzima comercial para el proceso de hidrólisis. Las mediciones de pH y °Brix tomadas diariamente durante el proceso de fermentación, iniciaron en un pH de 6.34 y 11 °Brix y descendieron hasta mantenerse estables a partir del día 11, lo cual mejoró las condiciones de fermentación, hasta finalmente llegar al día 16 con un pH 4.5 y 5 °Brix. En la destilación del mosto se obtuvo 60 mL de alcohol, que corresponden a un rendimiento del 9,17% el cual es muy bajo. En cuanto al grado alcohólico se obtuvo 20 °GL y actualmente la graduación típica del

vodka es de 40 a 70 °GL, estos desfases en cuanto a rendimiento y concentración alcohólica se deben a algunos factores como la competencia entre microorganismos indeseables, el tipo de papa utilizada y una temperatura inadecuada de fermentación. Las pruebas organolépticas realizadas de la bebida alcohólica obtenida, fueron comparadas con una muestra patrón de vodka y se determinaron características muy similares en cuanto a aspecto, consistencia, color y olor; sin embargo el sabor fue menos intenso que el de la muestra patrón.

Huayta (2016) investigo sobre la obtención de bioetanol por hidrólisis enzimática del almidón de papa cardenal con el fin de establecer la mejor condición para el proceso de hidrólisis enzimática. Para ello se utilizó una metodología de investigación científica diseño factorial de 2^3 dos niveles y tres variables: masa de enzima α -amilasa (MEA), pH de la solución y temperatura del proceso de hidrólisis. en un tiempo de 2 horas alcanzando una concentración de azúcares totales de 11%. Una vez conocidos los parámetros óptimos se procedió a la optimización del tiempo alcanzando una concentración de azúcares totales de 14 % en un tiempo de 2 horas y 30 minutos. En el proceso de fermentación alcohólica se logró alcanzar un grado alcohólico de 6,041 OGL en un tiempo de fermentación del mosto (azúcares y dextrina) de 24 días a partir del uso de la levadura *Saccharomyces bayanus* PB2870 en las condiciones óptimas; recomendado por el fabricante consecutivamente se realizó el proceso de destilación alcohólica en un rota vapor.

Loyola et al. (2010) evaluaron la composición química de tubérculos de papas (*Solanum tuberosum*, sp. *Tuberosum*) cv. Desirée, producidos bajo dos formas de cultivo; convencional y orgánico; los componentes evaluados fueron: contenido de materia seca, almidón, proteínas, azúcares totales y azúcares reductores. Se usó un diseño completamente al azar y análisis de varianza con un 95% de exigencia para ver si existían diferencias

estadísticas. El estudio concluyó en que no existieron diferencias significativas en los parámetros evaluados bajo las dos formas de cultivo. También se realizaron evaluaciones sensoriales de papas fritas con tubérculos producidos en forma convencional y orgánica, a los 30 y 75 días de poscosecha, participando 13 panelistas entrenados, quienes evaluaron los atributos de: color, textura y sabor. Para expresar los resultados se utilizaron gráficos del tipo radial, no encontrándose diferencias marcadas a favor de un tipo de papas, luego de freírlas, independiente del tipo de cultivo realizado, de acuerdo a los atributos evaluados.

Bernal et al. (2017) revisaron los avances científicos que se han realizado respecto a la comprensión del fenómeno de hidrólisis parcial del almidón, empleando la enzima glucoamilasa de *Aspergillus niger* y teniendo en cuenta que esta enzima a nivel estructural tiene un doble dominio de unión (SBD, starch binding domain) que permite, por un lado, su inactivación, y, por el otro, argumentar teóricamente la actividad catalítica en un sustrato amiláceo. El interés de esta revisión, junto a las evidencias de un modelo empírico obtenido a partir de la experimentación y observación y luego del empleo de los datos experimentales en la hidrólisis parcial del almidón de quinua, es establecer los principales avances realizados alrededor del establecimiento de la cinética de la reacción enzima amilosa en sustratos amiláceos. No obstante, es oportuno aclarar que en este artículo no se presenta lo correspondiente al proceso de inactivación enzimática, así como tampoco lo relacionado a la interacción molecular enzima-amilosa.

4.2 Bases Teóricas

4.2.1 Bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas se producen a partir de diversas materias primas, frutas y productos azucarados. Entre ellas hay bebidas no destiladas, como la cerveza, el vino, la sidra y destiladas, como el whisky y el vodka. Un detalle común importante en la producción de bebidas alcohólicas, es el

empleo de levaduras para convertir los azúcares en etanol. Aproximadamente el 96 % de la fermentación del etanol se lleva a cabo mediante cepas de *Saccharomyces cerevisiae* o especies relacionadas. El etanol se produce mediante la reacción global que es la siguiente:



Tabla 1

Producción de etanol partiendo de diferentes materias primas

Materia Prima	Alcohol (litros) por 100 kg de materia prima
Patatas	11,5 – 12
Arroz	3,8
Remolacha	4,8 – 10,2
Vinos	8,15
Moras	5,0
Maleza	28,5

Fuente: Ullman.(1985).

4.2.1.1 Fermentación Alcohólica

La fermentación alcohólica es una bioreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La conversión se representa mediante la ecuación:



Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia. Por supuesto que existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínimo. A pesar de parecer, a nivel estequiométrico, una

transformación simple, la secuencia de transformaciones para degradar la glucosa hasta dos moléculas de alcohol y dos moléculas de bióxido de carbono es un proceso muy complejo, pues al mismo tiempo la levadura utiliza la glucosa y nutrientes adicionales para reproducirse (Vásquez y Dacosta, 2007).

4.2.1.2 Condiciones para la fermentación alcohólica

Los factores que se deben tener en cuenta para que la fermentación se lleve a cabo en condiciones óptimas son:

Cultivo iniciador

Según De la Rosa (1998) en la utilización de levaduras liofilizadas dice, "1 gramo de levaduras desecadas contiene de 10 a 30 millones de células prevalentemente vitales, por lo que se recomienda la adición de 20 a 15 g/hl de mosto". (p. 158)

pH del mosto

Según Gonzáles (1978) "La fermentación continua satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4 y 4,5. Este pH favorece a las levaduras y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias". (p. 26)

Cantidad de oxígeno

(Benavidez y Pozo, 2008) "Aunque la producción de alcohol no requiere de oxígeno, en los primeros momentos de la fermentación es necesario una gran cantidad de este gas para la reproducción de las células de levadura en condiciones óptimas. Durante la fermentación pronto se desprende dióxido de carbono y se establece las condiciones anaerobias".



Concentración de azúcar

Una concentración de azúcar de 10 a 22% es satisfactoria, aunque a veces se emplean concentraciones demasiado altas que actúan de forma adversa sobre las levaduras pues el alcohol producido puede inhibir su acción.

Tomado de Benavides y Pozo (2008) "no se puede pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir lo que se conoce como una plasmólisis". (p. 152)

Temperatura

Para Fianzy (2000), "la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de la fermentación alcohólica es relativamente compleja" (p. 520).

La disminución o el aumento de la temperatura en un intervalo comprendido entre 4 y 40 °C afecta el funcionamiento de numerosas actividades enzimáticas. En este intervalo, una variación de temperatura afecta negativamente la tasa de crecimiento alrededor de un óptimo situado en torno a 30 °C. Más allá de estos límites se observa una mortalidad inducida por el calor.

4.2.2 Vodka

Es la bebida alcohólica nacional de Rusia y Polonia. Su significado es el de 'agüita', una forma delicada y diminutiva de llamar al agua.

Originariamente la producción de esta bebida era a partir de los productos de agricultura locales más baratos y abundantes como el trigo, maíz, papas, caña de azúcar o la combinación de cualquiera de estos. El proceso consistía en una filtración simple y rápida del fermento de estos vegetales usando un filtro a base de carbón vegetal, en lugar de un proceso caro y prolongado de destilación. El líquido purificado era después reducido, sin



añejarse, hasta ser potabilizado mediante la adición de agua destilada para luego embotellarlo.

El resultado de este ciclo de elaboración era y sigue siendo un producto incoloro y sin olores con una graduación alcohólica elevada.

Los vodkas producidos en Rusia contenían 40% de alcohol y los de Polonia alcanzaban los 45° de graduación alcohólica. Actualmente la graduación típica es de 40°GL. El vodka, es la bebida alcohólica obtenida mediante la disolución con agua de alcohol etílico rectificado proveniente de productos naturales. Se puede destilar de cualquier planta rica en almidón, tradicionalmente de grano como centeno (generalmente considerado superior a otros tipos de vodka) o trigo, pero también de papa y melaza (Benavidez y Pozo, 2008).

4.2.2.1 Tipos de vodka

El estilo occidental

Los productores de Vodka de la Europa Occidental, Escandinavia y Norteamérica juzgan sus productos por perezas y limpieza. El vodka que más aprecian debe tener un olor totalmente neutral y un gusto a alcohol totalmente limpio. Si se combinan estas cualidades con la suavidad, se obtiene el vodka que se elabora actualmente en Occidente. (Benavidez y Pozo, 2008).

El estilo polaco

Los destiladores polacos también se enorgullecen de la pureza de su producto y, comparado con otros aguardientes como la ginebra, el whisky o el brandy, tienen razón. Los vodkas polacos tienen más sabor y mucho más aroma que los occidentales.



Los mejores vodkas tienen un aroma maravillosamente delicado y ligeramente dulce que delata que proviene del centeno y son suaves al paladar, con una dulzura duradera que no resulta empalagosa. También son ligeramente más aceitosos que las marcas occidentales, aunque no tanto como las rusas. (Benavidez y Pozo, 2008).

El vodka ruso

Los vodkas rusos también tienen carácter, pero no suelen ser tan dulces como los polacos. Según la costumbre rusa se bebe helado y no es ningún esnobismo dejar helar la botella de vodka junto con los vasos: solo así se manifiesta todo el fuego de la bebida al tomarla. (Benavidez y Pozo, 2008).

4.2.3 Papa (*Solanum tuberosum*)

Según Chávez (2008) La papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después del arroz, el maíz y el trigo. Es el que aporta mayor cantidad de carbohidratos a la dieta de millones de personas en los países en desarrollo, siendo fundamental para los países de Sudamérica, África, y el continente asiático en su totalidad. En el Perú, su centro de origen, la papa es el principal cultivo en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona Andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. De las 5000 variedades de papa que se cultivan el mundo, alrededor de 4000 se encuentran en el Perú.

Las altamente nutritivas papas contienen en 100 gramos, 78 g. de humedad y 18,5 g. de almidón, son ricas en Potasio (560mg) y vitamina C (20 mg), y ayudan a aliviar los efectos de algunas enfermedades como el escorbuto, tuberculosis, sarampión y disentería.

4.2.3.1 Composición de la papa

Según (Benavidez y Pozo, 2008) "Aunque depende de la variedad cultivada, el tubérculo se compone básicamente de 72-75% de agua, 16-20% de fécula en forma de almidón, 2,0-2,5% de sustancias nitrogenadas, 0,15% lípidos y



1,0-1,8% de fibra dietética como celulosa. Otro compuesto presente en él es la solanina, producida en pequeñas cantidades (menos de 0,2 mg/g de producto), pero que se incrementa hasta 1 mg/g o más en determinadas condiciones (por exposición prolongada a la luz o lesiones mecánicas). Aunque a estas concentraciones la patata es tóxica, el pelado y el tratamiento térmico (como la cocción o la fritura) permiten destruir esta sustancia; sin embargo, permanece su sabor amargo”.

Tabla 2

Composición química de la papa

Composición química de la parte comestible (100 g)		
Componente	Papa común	Papa criolla
Agua	76,7	75,5
Proteínas	1,9	2,5
Grasa	0,1	0,1
Carbohidratos	19,3	18,7
Fibra	1,0	2,2
Cenizas	1,0	1,0
Otros componentes (mg)		

Fuente: Terranova Editores, Producción Agrícola 2, 2001

4.2.3.2 Variedad Tumbay

La Papa Amarilla Tumbay es una papa nativa (sin cruces ni cambios genéticos) que se siembra en los Andes Peruanos a alturas mayores a los 2500 metros y que se cultiva con técnicas ancestrales utilizadas desde épocas pre-colombinas. Estas condiciones permiten que el cultivo sea por lo general libre de químicos y pesticidas. La característica de nuestra papa Tumbay es un sabor y textura inigualable en cualquiera de sus presentaciones frescas o procesadas.

<http://www.delande.com.pe/tumbay.html>

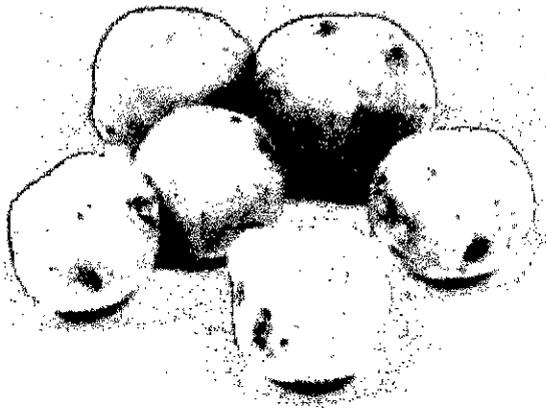


Figura 1. Papa Tumbay

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3 Variedad Huagalina

La papa "Huagalina" se caracteriza por el color amarillo intenso de su carne, mientras que la piel es de color rojizo a rosa, con manchas de color amarillo amarillento alrededor de los ojos. Estos están ligeramente hundidos. Los tubérculos son pequeños (menos de 6 cm de largo) y son ovalados, ligeramente aplanados.

La planta tiene un hábito vigoroso y abundante follaje verde claro. Las flores son lilas

A nivel culinario, es una patata harinosa con *un contenido de materia seca* del 30 al 32%.

En el nivel agrícola, es una variedad tardía (ciclo vegetativo de 180 a 195 días). Se cultiva en la Sierra de la Libertad, caserío de Llaguen, desde 2000 a 3200 metros de altitud. El rendimiento puede alcanzar 30 toneladas por hectárea

La papa nativa amarilla, es un producto bandera de esta región la Libertad, llamada también amarilla del norte.

La papa es baja en grasa pero rica en almidones que aportan energía, 100 gramos de papa aportan 84 calorías aproximadamente aunque puede variar según el tipo de papa

Handwritten mark or signature.

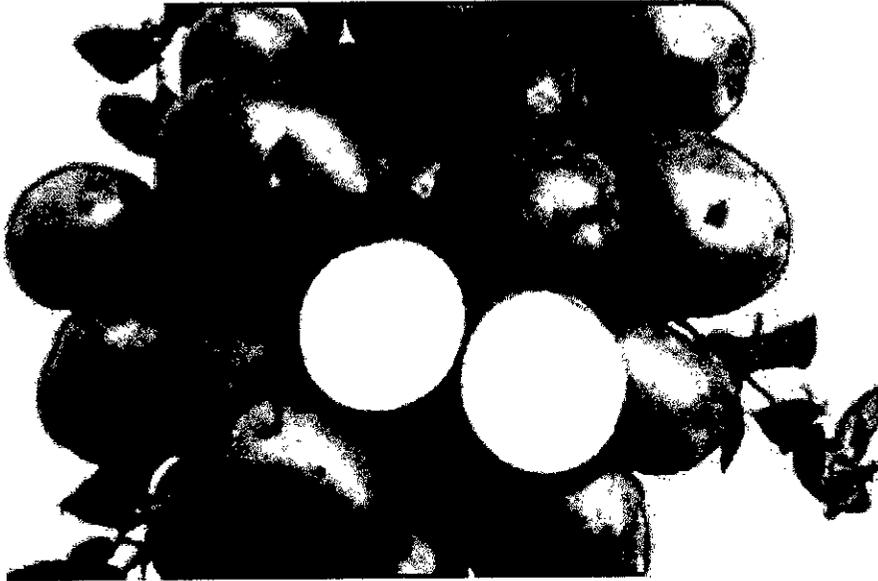


Figura 2. Papa Huagalina

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 El Almidón

Según Vaclavik (2002) dice, "El almidón proviene de diversas fuentes con diferentes estructuras cristalinas. Los granos de cereal como maíz, trigo o arroz son fuentes de almidón, como lo son raíces y tubérculos. Por ejemplo la tapioca, y las patatas se usan frecuentemente en la preparación de alimentos sin gluten". (p. 45, 46).

Los gránulos de almidón forman diversos granos que difieren en tamaño, oscilando desde 2 a 150 micras y en la forma que puede ser redonda o poligonal.

Tabla 3
Composición del almidón

Componentes	Análisis típico
Almidón, sustancia seca	79,59%
Agua	20%
Cenizas	0,3%
Arena	0,02%
Proteína	0,09%
Fosforo	0,07%
Calcio	0,03%
Hierro	0,003%

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

Braverman (1980) dice, "el granulo de almidón es un sistema heterogéneo, que consiste principalmente en dos compuestos distintos: la amilosa que es esencialmente un polímetro lineal; y la amilopectina que es un polímetro muy ramificado". (P. 129).

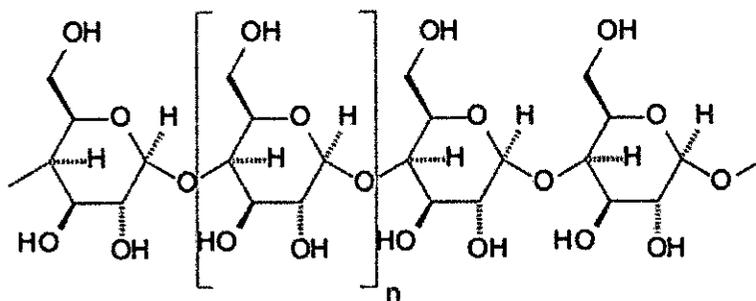


Figura 3. Amilosa

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Amilosa> (Enero 2019)

gs

Braverman (1980). Es un polímetro lineal de residuos de D-Glucosa, unidos por enlaces α 1,4. , su masa molecular puede alcanzar de 20000 (maíz) a 300000 (patatas).

En los gránulos de almidón, este polímetro está presente bajo forma cristalizada, debido principalmente al gran número de enlaces de hidrógenos existentes entre los grupos hidroxilo.

Los enlaces hidrógeno de la amilosa también son responsables de la absorción de agua y de la formación de geles (originan redes tridimensionales), en el curso de la retrogradación, después de la gelatinización.

Debido a su naturaleza cristalina, la amilosa solo se hincha a una temperatura elevada. En solución, la amilosa está bajo la forma de ovillo estadístico y algunas veces como hélices, concretamente en presencia de ácidos grasos o yodo (formación de clorato, de color azulado) (p. 129).

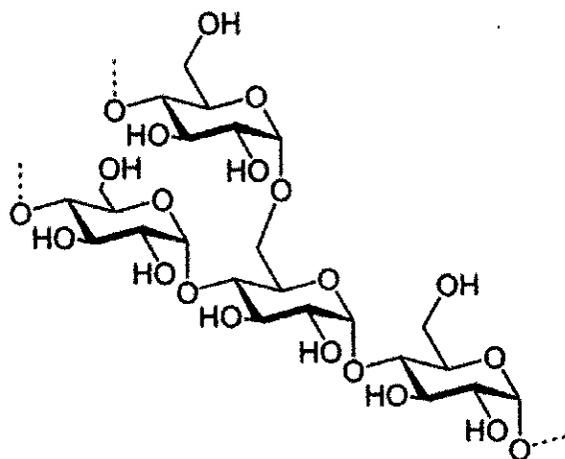


Figura 4. Amilopectina

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Amilopectina> (Enero 2019)

Braverman (1980). "Está formado por cadenas cortas de amilosa, interconectadas a través de uniones α -(1-6). Este es una molécula mucho más grande, solo se tienen estimaciones las que sitúan el grado de



polimerización de la amilopectina en el intervalo de 100000 a 1000000 monosacáridos por molécula” (p. 130).

4.2.4.1 Propiedades funcionales de los almidones modificados y naturales

Según Benavidez y Pozo (2008). Los almidones corrientes de tubérculos y cereales contienen de un 20% a 25% de amilasa, a causa de esto están sujetos a la retrogradación; no se aconseja como agentes espesantes, porque pueden dar una textura granulosa, o una consistencia elástica e incluso apelmazarse o motivar una sinéresis. La mayoría de los almidones de cereales dan unas soluciones opacas. Por el contrario estos almidones se utilizan para hacer geles alimenticios y especialmente para reparar “ligas” en confitería; el contenido de almidón en estos alimentos es en el orden del 10% al 14%. Los almidones en alto contenido en amilosa o los almidones tratados con ácidos, permiten tener geles más firmes y de un modo más rápido. Además estos almidones son resistentes a la cocción, debido a la naturaleza cristalina de la amilosa, solo hay hinchazón a temperatura elevada y si se mantiene moderada, no hay gran aumento de la viscosidad. Los almidones ricos en amilosa también se utilizan para preparar películas comestibles (por ejemplo recubrimiento que conforman algunas píldoras farmacéuticas)

Tabla 4
Propiedades funcionales del almidón

Temperatura	Pasos	Fenómenos observados	Estructura
20-50/60 °C	Porción	Absorción de agua	Cristalina
50/60 °C	Gelatinización	Temperatura de gelatinización perdida de cruce de birrefringencia	Coloidal
50/60-80 °C		Hinchamiento de los granos	
80-100 °C		Dispersión y solubilización	
100-60 °C	Gelificación	Reorganización molecular	Gel
60-20 °C	Retrogradación	Reorganización molecular Re cristalización del almidón	Cristalina de la estructura inicial

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

4.2.5 Enzimas

Las enzimas son catalizadores muy potentes y eficaces, químicamente son proteínas. Como catalizadores, los enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente, no llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, no modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su consecución.

Las enzimas son grandes proteínas que aceleran las reacciones químicas. En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan una o más cadenas polipeptídicas, que aportan un pequeño grupo de aminoácidos para formar el sitio activo, o lugar donde se adhiere el sustrato, y donde se realiza la reacción. Una enzima y un sustrato no llegan a adherirse si sus formas no encajan con exactitud. Benavides y Pozo (2008).

4.2.5.1 Acción de las Enzimas

Según Benavides y Pozo (2008). La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo que representa el estado de transición.

El sustrato se une a la enzima a través de numerosas interacciones débiles como son: puentes de hidrógeno, electrostáticos, hidrófobos, etc, en un lugar específico, el centro activo. Este centro es una pequeña porción del enzima, constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato.

Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega en zyme, que significa 'en fermento'. En la actualidad los tipos de enzimas identificados son más de 2.000.

4.2.5.2 Función de las enzimas

En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan una o más cadenas polipeptídicas, que aportan un pequeño grupo de aminoácidos para formar el sitio activo, o lugar donde se adhiere el sustrato, y donde se realiza la reacción.

Una enzima y un sustrato no llegan a adherirse si sus formas no encajan con exactitud. Este hecho asegura que la enzima no participa en reacciones equivocadas. La enzima misma no se ve afectada por la reacción cuando los productos se liberan, la enzima vuelve a unirse con un nuevo sustrato.

<http://www.monografias.com/trabajos12/enzim/enzim.shtml>

4.2.5.3 Efecto de la temperatura de las enzimas

La naturaleza proteica de las enzimas, deja susceptibles a la desnaturalización por acción del calor. Por lo tanto, cuando la temperatura de una reacción media es elevada, sobrepasando cierto nivel, la enzima pierde su acción quedando inactivada. Por otro lado las bajas temperaturas reducen la actividad de la enzima pero no la dañan. Benavides y Pozo (2008).



4.2.5.4 Efecto del pH en las enzimas

El pH o concentración de iones hidrogeno ejerce un efecto importante sobre la actividad de las enzimas. La mayoría muestra sensibilidad al pH, esto se refiere en diferentes niveles de actividad a distintos valores de pH en el que la enzima muestra su mayor actividad, es denominado pH óptimo. Benavides y Pozo (2008)

4.2.5.5 Hidrolisis enzimática

Para (Huayta, 2016) obtener etanol a partir del almidón fue necesario romper las cadenas de este polisacárido para obtener jarabe de glucosa, el cual se puede convertir en etanol mediante las levaduras.

De cada 100 g de almidón se puede obtener teóricamente 111g de glucosa lo que implica una relación estequiometria de 9:10 (Sánchez, 2005).

Para la hidrólisis del almidón se usa la α -amilasa lo que le hace idea para la primera etapa de la hidrólisis de la suspensión del almidón que tienen que ser llevadas a la temperaturas de (70 - 80) °C para el rompimiento de estos gránulos de almidón provenientes de un tubérculo. (Carrera, 2004).

4.2.6 Levaduras

Según Suárez-Machín, et al. (2016). Las levaduras son organismos eucariotas con gran diversidad respecto a su tamaño, forma y color. Son consideradas hongos unicelulares y generalmente sus células son ovaladas, pero también pueden encontrarse en forma esférica, cilíndrica o elíptica. Son mayores que las bacterias, alcanzando un diámetro máximo de entre cuatro y cinco μm . Se reproducen por fisión binaria o gemación y algunas pueden ser dimórficas o bifásicas y crecen como micelio bajo condiciones ambientales especiales.

La mayoría de las levaduras toleran un rango de pH entre 3 y 10, pero les resulta favorable un medio ligeramente ácido con un pH entre 4,5 a 6,5.

4.2.6.1 *Sacharomyces cerevisiae*

Según González (1978) “Esta especie es típica de fermentación alta de la industria cervecera, sus colonias son blandas, húmedas y color crema. Fermentan la galactosa, la sacarosa, la maltosa y la rafinosa y no utilizan nitritos”. (p. 4).

Según Suárez-Machín, et al. (2016). Es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza)

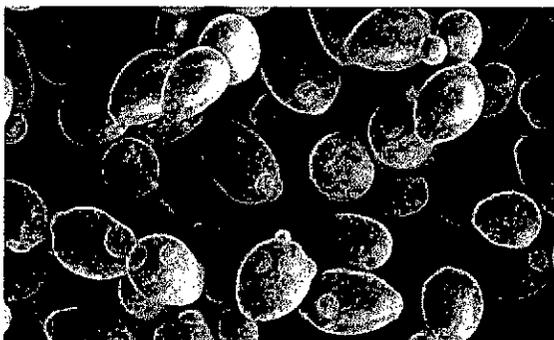


Figura 5. Levaduras *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae#/media/File:Saccharomyces_cerevisiae_SEM.jpg (Enero, 2019)

4.2.7 Destilación

La industria de la destilería tiene por objeto la producción de alcohol por destilación de mostos fermentados obtenidos de gran diversidad de materias primas, dándose generalmente el nombre de aguardiente a los alcoholes derivados del vino, de la sidra y de los diversos frutos, y de alcoholes a los

Un símbolo manuscrito decorativo que se asemeja a una letra 'J' o 'I' con un pequeño triángulo en la parte superior derecha.

obtenidos de la fermentación y destilación de melazas, remolacha, patatas, madera, cereales.

Las bebidas destiladas son las descritas generalmente como aguardientes y licores; sin embargo la destilación, agrupa a la mayoría de las bebidas alcohólicas que superen los 20° de carga alcohólica.

Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whisky, anís, tequila, ron, vodka, cachaca, entre otras. (Benavides y Pozo, 2008).

4.2.7.1 Principios de la destilación

Según Benavides y Pozo (2008). El principio de la destilación se basa en las diferencias que existen entre los puntos de fusión del agua (100°C) y el alcohol (78.3°C). Si un recipiente que contiene alcohol es calentado a una temperatura que supera los 78.3°C, pero sin alcanzar los 100°C, el alcohol se vaporizará y separará del líquido original, para luego juntarlo y recondensarlo en un líquido de mayor fuerza alcohólica.

Resultados similares pero de separación más difícil pueden lograrse invirtiendo el proceso. Esto implicaría enfriar el alcohol contenido en un líquido, comenzando a congelar el agua cuando se alcancen los 0°C y separar el alcohol de la solución. (el punto de congelación del alcohol es -114°C).

La combinación de estas dos sustancias en una mezcla directa no produce una bebida sabrosa, aunque esto cambia al adicionarle componentes con carácter propio, y que dan aroma y sabor que hacen sumamente atractivo su consumo.

El secreto de las bebidas alcohólicas destiladas, y en especial del productor, es el de otorgarle a la bebida una fuerza alcohólica elevada y al mismo tiempo que el producto final sea gustoso al paladar, proceso que fue evolucionando y mejorando con el paso del tiempo.

Generalmente los materiales de los que se parte para la elaboración de bebidas destiladas, son productos dulces en su forma natural como la caña de azúcar, la miel, leche, frutas maduras, etc. y aquellos que pueden ser transformados en melazas y azúcares.

Todos estos elementos de los que se parte contienen agentes activos que los transforman naturalmente en alcoholes, excepto en el caso de la papa donde se debe adicionar algún cereal para lograr el mismo efecto. Los agentes activos son enzimas, y están encargados de transformar el azúcar en alcohol. Las enzimas son generalmente compuestos nitrogenados solubles en agua que se comportan como albuminoides, los que, actúan como catalizadores dado que pequeñas cantidades de enzimas logran un cambio efectivo en grandes cantidades de material base destinada al producto. (<http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>).

La destilación propiamente dicha tiene por objeto el extraer sus componentes más volátiles, dejándolo completamente agotado ya que se extrae casi la totalidad del alcohol que contiene y algo de agua. A los componentes más volátiles se le denomina flemas y al residuo agotado se le denomina vinazas.

Dentro de las flemas están contenidas todas las impurezas volátiles entre las que se puede encontrar a partir de los alcoholes homólogos del alcohol etílico, tales como alcoholes propílicos, isobutíricos, amílicos, etc, son:

- El aldehído acético formado por oxidación de los distintos alcoholes existentes.
- Los ácidos, formados por oxidación de los aldehídos
- Los esteres procedentes de la reacción de los alcoholes con los ácidos
- El furfural procedente de las pentosanas contenidas en el mosto y que por hidrólisis se transforman en pentosas.

Estas impurezas atendiendo al orden en que se destilan se clasifican en la técnica industrial como productos de cabeza o simplemente cabezas cuando

pasan antes que el alcohol etílico y están constituidos por los productos de bajo punto de ebullición (aldehídos, ésteres) y como productos de cola o colas cuando su punto de ebullición es más elevado que el alcohol y se destilan después de él; las colas están comprendidas por los alcoholes superiores los cuales se los conoce como aceites de fusel y la parte comprendida entre las cabezas y las colas se les denomina cuerpo que en sí es el alcohol etílico.

Para obtener un alcohol que cumpla con los requisitos establecidos para elaboración de bebidas alcohólicas, es preciso lograr una concentración próxima a la mezcla azetrópica y de una pureza tan perfecta como sea posible y por otra parte las flemas deben estar constituidas por la menor cantidad de alcohol que sea posible.

La destilación puede realizarse a la presión atmosférica; las destilaciones a presión reducida y al vacío no son utilizadas corrientemente para la obtención de alcohol.

4.2.8 Análisis sensorial

Los atributos más importantes de las frutas son el sabor y aroma (Olivas y Barbosa-Canovas, 2005). Hoy en día, el análisis sensorial se perfila con carácter de ciencia y es utilizado como herramienta para medir de forma objetiva con un aceptable grado de precisión y reproducibilidad, lógicamente se tiene que conocer qué es lo que se quiere medir. El desarrollo e implementación de pruebas específicas reguladas por normas de estandarización (ISO, UNE, etc...) hace del análisis sensorial una herramienta muy útil y con un amplio campo de aplicación. (Cordero-Bueso, 2013).

4.3 Definiciones de la terminología

Papa: La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo y se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80 por ciento de agua y un 20 por ciento de materia seca. Entre el 60 por ciento y el 80 por ciento de esta materia seca es almidón.

Fermentación Alcohólica: La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias. Estos microorganismos transforman el azúcar en alcohol etílico y dióxido de carbono. La fermentación alcohólica, comienza después de que la glucosa entra en la celda. La glucosa se degrada en un ácido pyruvic. Este ácido pyruvic se convierte luego en CO₂ y etanol.

Enzimas: es una molécula que se encuentra conformada principalmente por proteína que producen las células vivas, siendo su función destacada la de actuar como catalizador y regulador en los procesos químicos del organismo, es decir, cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo.

Vodka: Se produce generalmente a través de la fermentación de granos y otras plantas ricas en almidón como el centeno, trigo, papa. Normalmente el contenido de alcohol del vodka se encuentra entre 37 % y 50 % del volumen; el vodka lituano, ruso y polaco clásico contiene 40° GL.

Hidrolisis enzimática: Se produce mediante un grupo de enzimas llamadas hidrolasas.



V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales Equipos y Reactivos

5.1.1 Materiales

- Matrazes de Erlenmeyer de 250 y 500 mL.
- Vasos de 250, 500 y 1L
- Embudos grandes
- Pinzas (nueces).
- Soporte universal
- Pipetas de 5 y 10 mL.
- Probetas de 50, 100 mL.
- Frasco gotero de 25 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Papel de filtro.
- Papel toalla
- Tela filtrante

5.1.2 Equipos

- Termómetro 0 a 150 °C
- Alcoholímetro universal
- Balanza analítica METTLER TOLEDO PB303-5 +/- 0,0001 g.
- Estufa modelo FANEM +/- 105 °C
- Refractómetro HI 96801
- pH metro spher Scientific 860031 rango de 0 a 14 exactitud $\pm 0.2\%$.
- Espectrómetro UV marca VARIAN modelo CARY 50
- Equipo de destilación

5.1.3 Reactivos

- NaOH al 99,9 %, Q.P
- Biftalato ácido de potasio Q.P
- Ácido cítrico P.A
- Cloruro de sodio P.A



- Cloruro de calcio P.A
- Hidróxido de Sodio Q.P
- Fenolftaleína Q.P
- Alcohol al 96%
- Yodo P.A
- Agua destilada
- Enzima (α -amilasa)
- Levadura (*sacharomices servisiae*)
- Almidón de papa
- Yodo P.A
- Yoduro de potasio – KI al 99%
- Agua destilada

5.2 Población y Muestra

5.2.1 Población

La población del estudio estuvo conformado por dos variedades de papa (*solanum tuberosum*) de las variedades Huagalina y Tumbay . Proveniente de los campos de cultivo del Caserío Llaguen, Provincia de Otuzco, departamento de la Libertad, considerando las fechas de cosechas desde los meses de Julio a Octubre del 2018. Para las pruebas experimentales se utilizaron 30 Kg de la papa variedades Huagalina y 30 Kg de la papa variedad Tumbay

5.2.2 Muestra

Para el estudio se trabajó de la siguiente manera:

- Se usó 30 Kg de la papa variedades Huagalina y 30 Kg de la papa variedad Tumbay para la obtención del Vodka y según el tratamiento en estudio y para los análisis físico químico y sensorial.



5.3 Técnicas e Instrumento de recolección de datos.

Para los análisis físicos químicos se utilizaron las NTP para bebidas alcohólicas y se registraron los datos.

Para el análisis sensorial se diseñó un formato para realizar la evaluación sensorial con un panel no entrenado de 20 panelista que se contó con la participación de los estudiantes y docentes de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao. En el formato se establecieron las pautas para la evaluación sensorial, los panelistas tuvieron colocar el numero según su preferencia respecto (aroma, sabor, color, aspecto) (Benavidez y Pozo, 2008)

5.3.1 Pruebas experimentales de las variedades de papa

En esta etapa se procedió a realizar las pruebas experimentales para obtener el almidón de las variedades de para

a) Descripción del proceso de obtención del almidón y de la bebida alcohólica

- La papa Huagalina y Tumbay: se recepciona directamente de los campos de cultivo de la sierra de la Libertad previamente seleccionados por tamaño y es enviada en encomienda hacia la ciudad de Lima donde hemos recogido y llevado a los laboratorios de química de la FIQ-UNAC.
- Se procede a lavado de la papa eliminación de tierra
- Se lavó y pelo las variedades de papa
- Se rallo la papa para poder obtener el almidón
- Se extrajo el almidón y se sedimentó
- Se secó en estufa a 45 °C por tres horas
- Una vez que se obtuvo el almidón seco se procedió a pesar para determinar el rendimiento de cada variedad de papa Tumbay y Huagalina.

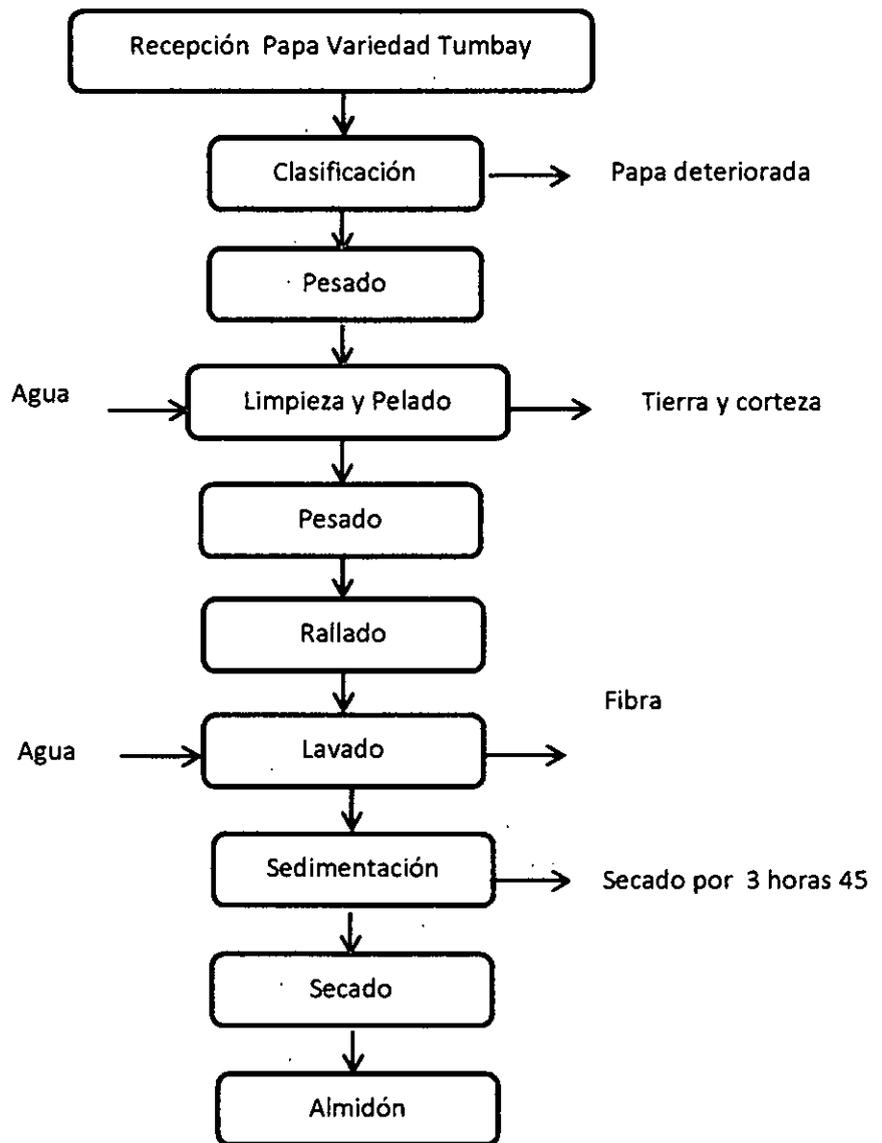


Figura 6. Proceso de obtención del almidón de variedades de papa

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

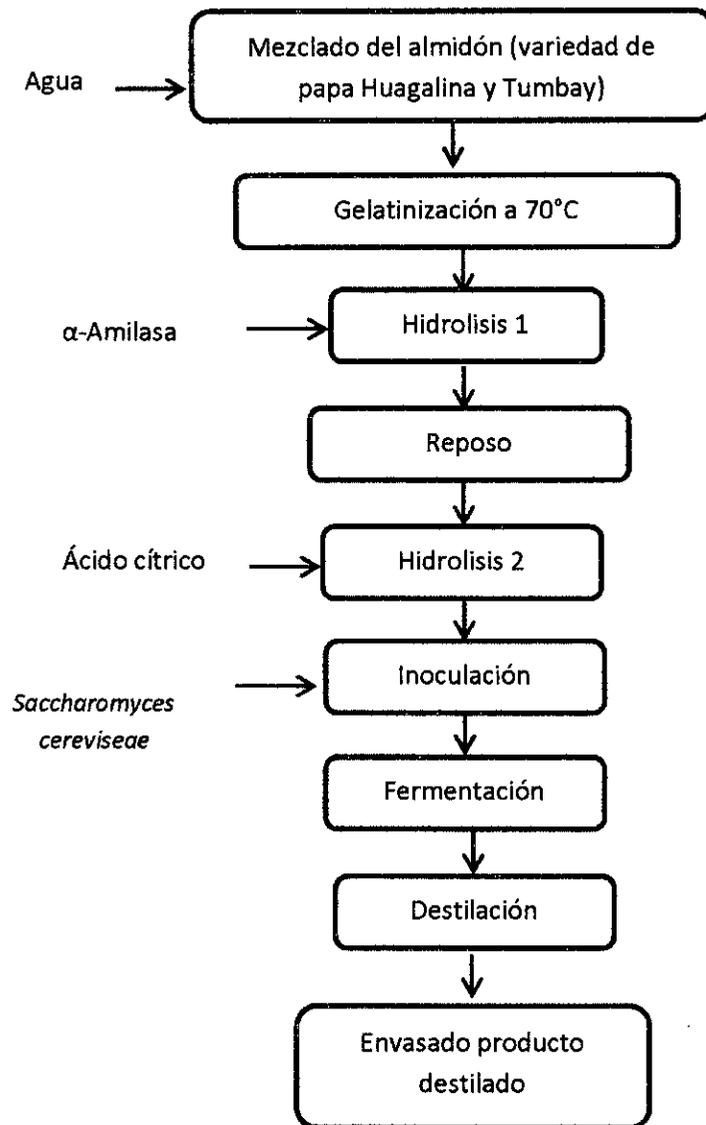


Figura 7. Proceso de obtención del vodka de variedades de papa

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

JS



Figura 8. Papa pelada tumbay y huagalina

Fuente: Elaboración propia

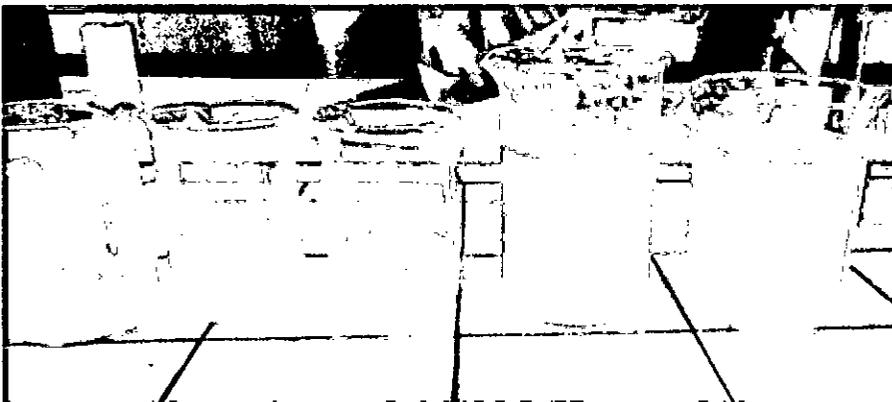


Figura 9. Rallado de la papa tumbay y huagalina para obtener el almidón

Fuente: Elaboración propia

g

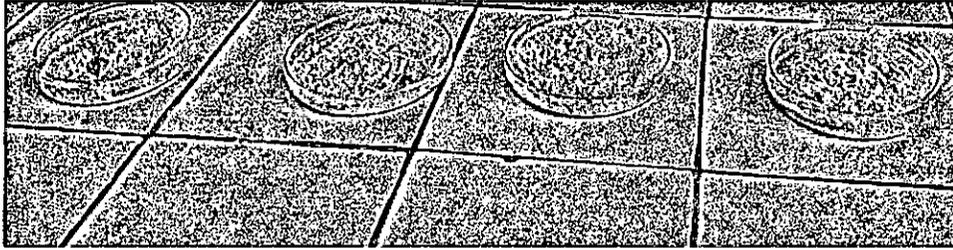


Figura 10. Almidón de la papa tumbay y huagalina

Fuente: Elaboración propia

b) Descripción de obtención del vodka

Se mezcló el almidón con agua destilada, evitando la formación de grumos (200 g de almidón por 1 litro de agua destilada).

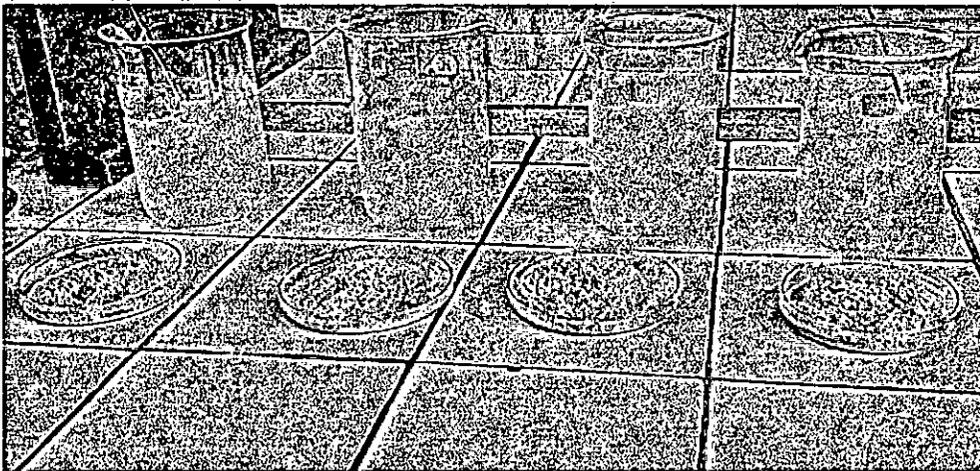


Figura 11. Mezclado de almidón con agua

Fuente: Elaboración propia

Para la gelatinización del almidón se calentó a temperatura de 70°C

g

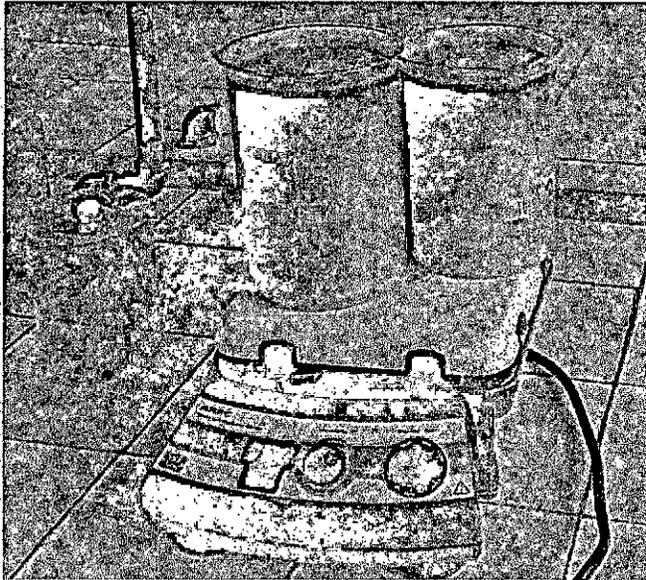


Figura 12. Gelatinización del almidón

Fuente: Elaboración propia

Se adiciona la enzima después de la gelatinización 0,38 g de α -amilasa para 200 g de almidón.



Figura 13. Adición de enzima

Fuente: Elaboración propia

g

Reposo 1: Adicionada la enzima α -amilasa se dejó en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces glucosídicos alfa 1,4 de amilasa y amilopectina y por consiguiente se transforme rápidamente en dextrinas solubles y oligosacáridos

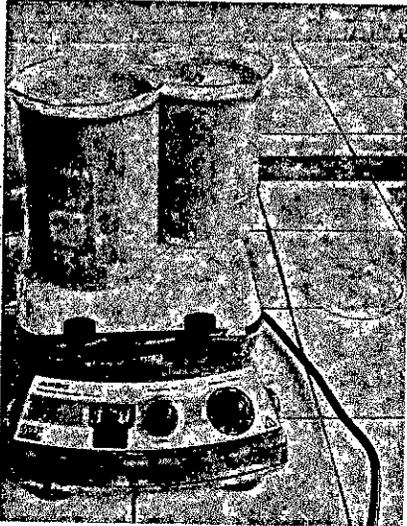


Figura 14. Proceso de hidrolisis de enzima

Fuente: Elaboración propia

Se ajustó el pH adicionando ácido cítrico 0,48 g por cada 200 g de almidón a temperatura de 50°C

Se realizó la Inoculación de la levadura *sacharomicés serviciae* a 35 °C para 200 g de almidón se adiciono 24 g de levadura se dejó en reposo durante cinco minutos hasta que la levadura se disuelva y presente espuma sobre la superficie.

g



Figura 15. Inoculación de la levadura

Fuente: Elaboración propia

La Fermentación: el mosto inoculado se llevó a bidones de plástico 18 L de capacidad por 16 días controlando diariamente el pH, los grados Brix en la tapa de los bidones se colocó malla para facilitar la salida del CO₂ y se mantuvo hasta obtener un pH constante.

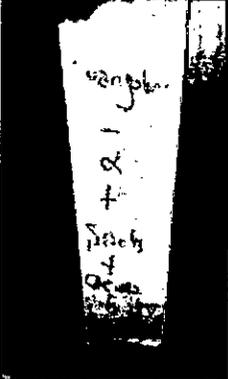
BIDON I	BIDON II	BIDON III	BIDON IV
			
Papa Huagalina Enzima	Papa Tumbay Enzima	Papa Tumbay Enzima	Papa Huagalina Enzima

Figura 16. Bidones de fermentación

Fuente: Elaboración propia

93

Previo a la destilación se filtró los sólidos que se formaron en la base de los bidones. La destilación se realizó en un equipo de destilación simple a una temperatura de 75°C, obteniendo una bebida alcohólica de con grado alcohólico elevado. Para nuestro estudio se hizo doble destilación para eliminar el agua presente en la muestra y así obtener una bebida alcohólica de buena calidad.

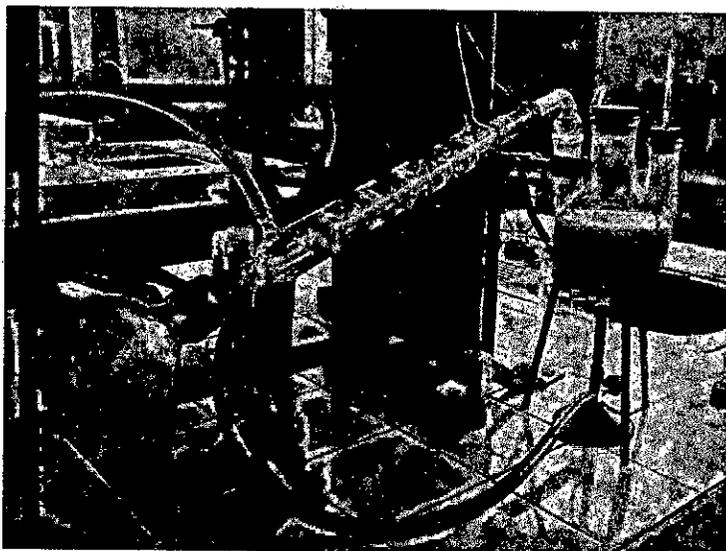


Figura 17. Destilación de vodka

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Embotellado de vodka

Fuente: Elaboración propia

95

5.3.2 Hidrolisis enzimática

Prueba de Yodo: se realiza para detectar la presencia de almidón en el proceso de hidrolisis usando las enzimas (α Amilasa).

Procedimiento:

- Preparamos 10 mL de solución de almidón de papa en un matraz Erlenmeyer
- Adicionáramos 1 ml de solución de yodo
- Agitamos el matraz si la solución de yodo no cambia de color ausencia de almidón.
- Si la solución de yodo cambia del color rojizo a marrón (el almidón no están completamente degradado).
- Si la solución de yodo azul, azul oscuro o negro (presencia de almidón)

5.3.3 Durante la fermentación

- a) % Brix: Se tomaron muestras de cada tratamiento durante el proceso fermentación utilizando una pipeta de 1 mL, se midieron los % Brix directamente colocando la muestra en el refractómetro.

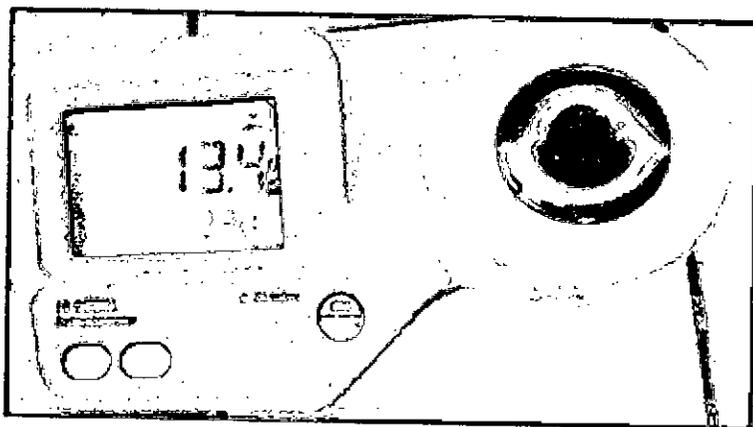


Figura 19. Determinación % brix

Fuente: Elaboración propia

b) Determinación de pH

Se tomaron muestras de cada tratamiento durante el proceso fermentación utilizando un vaso de 50 mL, se midió el pH directamente colocando el electrodo del pH en la muestra. el equipo usado es de la marca sper Scientific 860031 rango de 0 a 14 exactitud $\pm 0.2\%$.

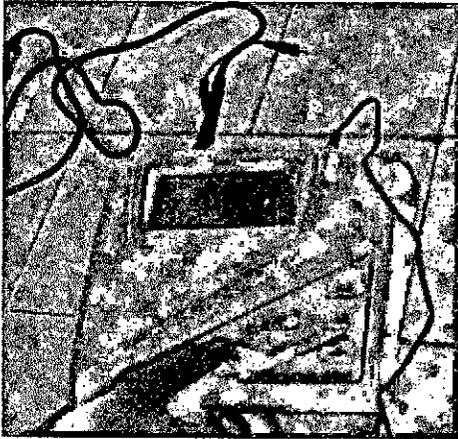


Figura 20. Determinación de pH

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Producto terminado

Se realizaron los siguientes análisis para determinar la calidad del producto final.

a) Grado Alcohólico

- Se midió el grado de alcohol en los productos destilados, mediante el alcoholímetro.
- Se realizó usando la metodología de la NTP 210.003.2003. Determinación del grado alcohólico volumétrico.
- y se determinó cuál de las variedades de papa contienen mayor contenido de alcohol etílico.

gs



Figura 21. Determinación del grado alcohólico

Fuente: Elaboración propia

b) Esteres (acetato de etilo)

Los esterres se analizaron de acuerdo al siguiente método

Esteres: NTP 211.003. 2011. (Revisado 2016) Bebidas alcohólicas. Método de ensayo. Determinación de ésteres totales (mg/100 mL)

c) Aldehídos

Los aldehídos se analizaron de acuerdo al siguiente método

Aldehídos: NTP 211.051. 2012. Bebidas Alcohólicas. Método de ensayo. Determinación de aldehídos. (mg/100 mL)

d) Metanol

El metanol se analizó de acuerdo al siguiente método

Metanol: NTP 210.022:2010 (revisada el 2015). BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación del metanol por espectrofotometría UV/VIS. (mg/100 mL)

g

e) Acidez total

Acidez: NTP 211.040:2003 (revisada el 2015). BEBIDAS ALCOHOLICAS.

Método de ensayo. Determinación de acidez

- Se tomó 25 mL de cada una de las muestras y se agregó 25 mL de agua se homogenizo y se tituló con NaOH 1N y se añadió 5 gotas de fenolftaleína como indicador hasta el cambio de color ligeramente rosado.

5.3.5 Rendimiento del almidón

Al finalizar la etapa de obtención de almidón de papa se midió el rendimiento para lo cual se procedió a secar el almidón a una temperatura de 45°C durante 3 horas, obteniendo una humedad de 12.8%. Para el cálculo de rendimiento se usó la siguiente fórmula. Benavides & Pozo (2008)

$$R = \frac{PA}{PP} \times 100$$

Dónde:

PA= Peso del almidón

PP= Peso de las papas

R= Rendimiento.

5.3.6 Análisis sensorial (aroma, color, sabor, aspecto)

El análisis sensorial se realizó de acuerdo al siguiente formato.

ANÁLISIS SENSORIAL DEL VODKA

NOMBRE DEL PANELISTA:

FECHA:

Solicitamos su colaboración para realizar el siguiente análisis organoléptico. La información que usted nos pueda brindar es muy importante.

Frente a Usted hay cuatro muestras de Vodka, al cual le debería evaluar sus características organolépticas para conocer su nivel de agrado de acuerdo al color, aroma, sabor, aspecto). Coloque el número según corresponda.

ASPECTO: Observar la muestra, a fin de determinar la transparencia del producto (aspecto turbio, presencia de grumos, sólidos en suspensión, o materias extrañas).

COLOR: Observar la muestra, a fin de determinar el color del producto (debe ser cristalino).

OLOR: Primeramente oler el producto en reposo, luego mover la muestra suavemente y en forma circular para facilitar la captación del olor, evitando la fatiga del olfato.

Dejar transcurrir por lo menos 5 minutos entre cada prueba, aspirando aire profundamente en el intervalo.

SABOR. Probar con sorbos de igual volumen aproximadamente de 4 a 5 cm³ no debiendo permanecer la bebida más de 5 segundos en la boca.

El catador debe concentrar su atención en una propiedad particular (suavidad, acidez, amargor, dulzor, etc).

Después de cada prueba debe tomar un poco de agua, dejar pasar 5 minutos entre cada prueba.

A cada característica organoléptica se le asignó una escala de apreciación y se valoró de la siguiente manera:

Excelente	5	Muy Bueno	4	Bueno	3
Regular	2	Malo	1		

Tabla 5

Análisis sensorial del vodka

CARACTERISTICAS	Códigos de las Muestras			
	PT0	PT1	PH0	PH1
Aroma				
Color				
Sabor				
Aspecto				

Fuente: Benavidez y Pozo (2008)

Comentarios:

Muchas Gracias





Figura 22. Muestras de vodka para análisis sensorial

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Panelista análisis sensorial del vodka

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis estadístico de datos

Los resultados de los análisis físicos químicos se realizaron por duplicado y se utilizó estadística descriptiva.

Para el análisis sensorial se utilizó el diagrama de Pareto con Mintav minitab v17.

g

VI. RESULTADOS

6.1 Resultados del rendimiento del almidón de las variedades de papa utilizada en la investigación

Tabla 6

Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades de papa

Variedades de papa	Cantidad Kg	Cantidad de Almidón Kg	% Almidón
Papa Tumbay	30.0	4,65	15,50
Papa Huagalina	30.0	3,98	13,26

Fuente: Elaboración propia

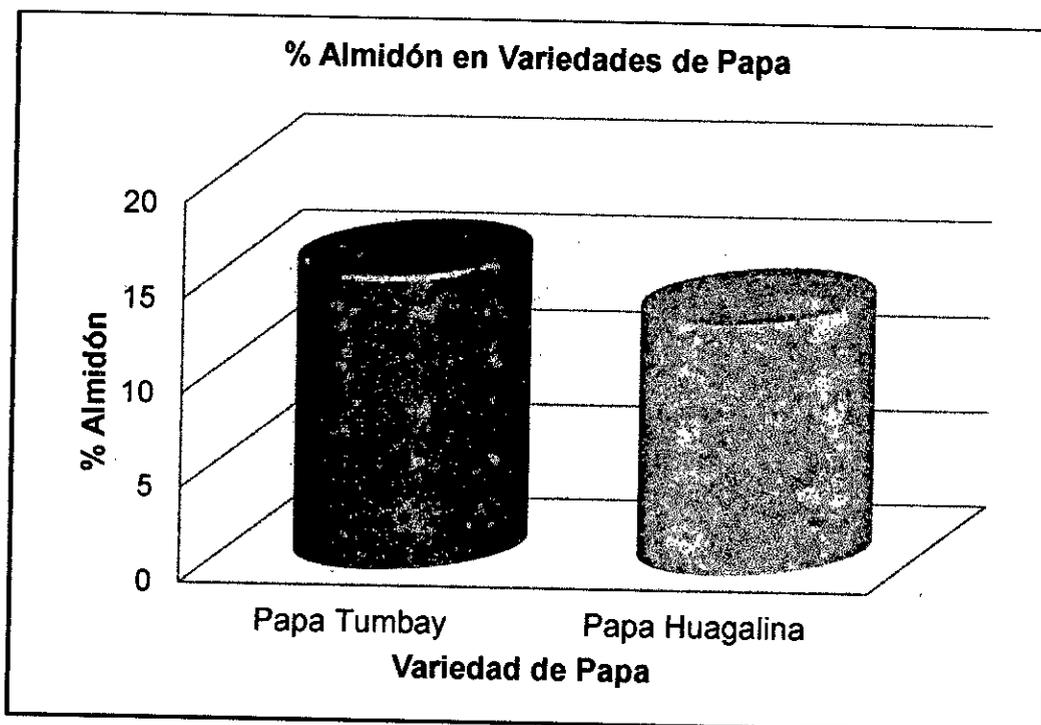


Figura 24. Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades de papa

Fuente: Elaboración propia

6.2 Resultados de Hidrolisis enzimática

6.2.1 Prueba de Yodo antes de la hidrolisis

Tabla 7

Prueba de yodo antes de la hidrolisis

Muestras	Tipo de Muestras	Resultado
1	Variedad de papa Tumbay + agua	Positivo (color azul)
2	Variedad de papa Tumbay + agua	Positivo (color azul)
3	Variedad de papa Huagalina + agua	Positivo (color azul)
4	Variedad de papa Huagalina + agua	Positivo (color azul)

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Prueba de Yodo después de la hidrolisis

Tabla 8

Prueba de yodo después de la hidrolisis

Muestras	Tipo de Muestras	Resultado
1	Variedad de papa Tumbay + agua	Negativo (color rojizo)
2	Variedad de papa Tumbay + agua	Negativo (color rojizo)
3	Variedad de papa Huagalina + agua	Negativo (color rojizo)
4	Variedad de papa Huagalina + agua	Negativo (color rojizo)

Fuente: Elaboración propia

6.3 Fermentación Alcohólica

6.3.1 % Grados Brix

Tabla 9

Grados brix variedades de papa

Días	%Brix (promedio)	
	Variedad de Papa Tumbay	Variedad de Papa Huagalina
0	17,1	18,6
1	16,2	18,3
2	15,3	17,5
3	14,9	16,8
4	14,1	15,6
5	13,6	14,9
6	12,8	13,7
7	12,4	11,4
8	11,7	10,9
9	10,4	10,3
10	8,9	9,7
11	7,4	9,2
12	7,1	8,3
13	6,6	7,1
14	6,2	6,4
15	5,3	5,6
16	5,3	4,9

Fuente: Elaboración propia

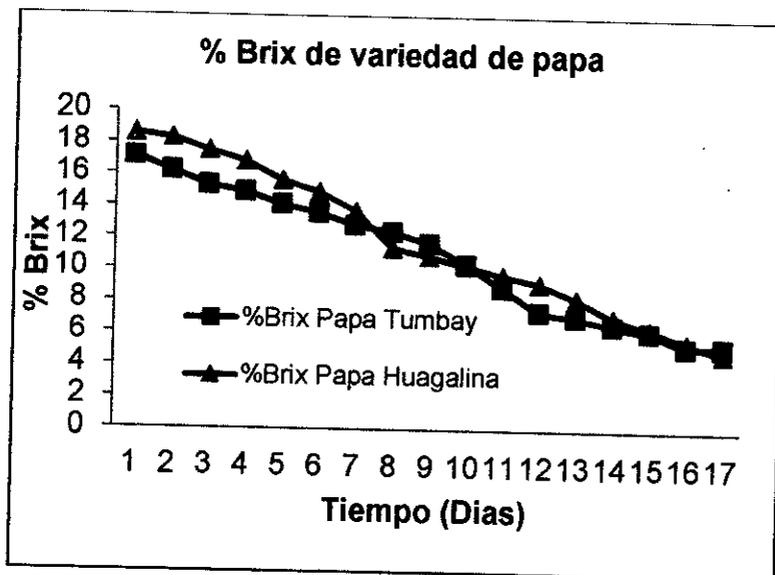


Figura 25. Grados brix variedad de papa

Fuente: Elaboración propia



6.3.2 Análisis de pH

Tabla 10
pH variedades de papa

Días	pH (promedio)	
	Variedad de Papa Tumbay	Variedad de Papa Huagalina
0	5,4	5,2
1	5,2	5,3
2	4,9	5,1
3	4,8	4,9
4	4,6	4,8
5	4,4	4,9
6	4,3	5,1
7	4,4	4,9
8	4,6	4,8
9	4,5	4,8
10	4,5	4,7
11	4,2	4,7
12	3,9	4,6
13	3,8	4,7
14	3,6	4,3
15	3,7	3,9
16	3,7	3,5

Fuente: Elaboración propia

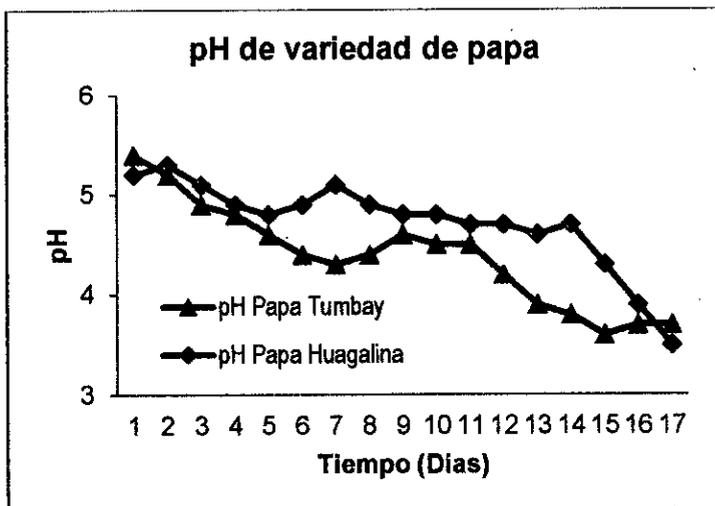


Figura 26. pH variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

gs

6.4 Análisis físico químico y sensorial del producto final

6.4.1 Determinación de Esteres

Tabla 11

Esteres en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Ésteres (mg/100mL)
1	Variedad de Papa Tumbay	3,5
2	Variedad de Papa Tumbay	4,2
3	Variedad de Papa Huagalina	3,7
4	Variedad de Papa Huagalina	3,8

Fuente: Elaboración propia

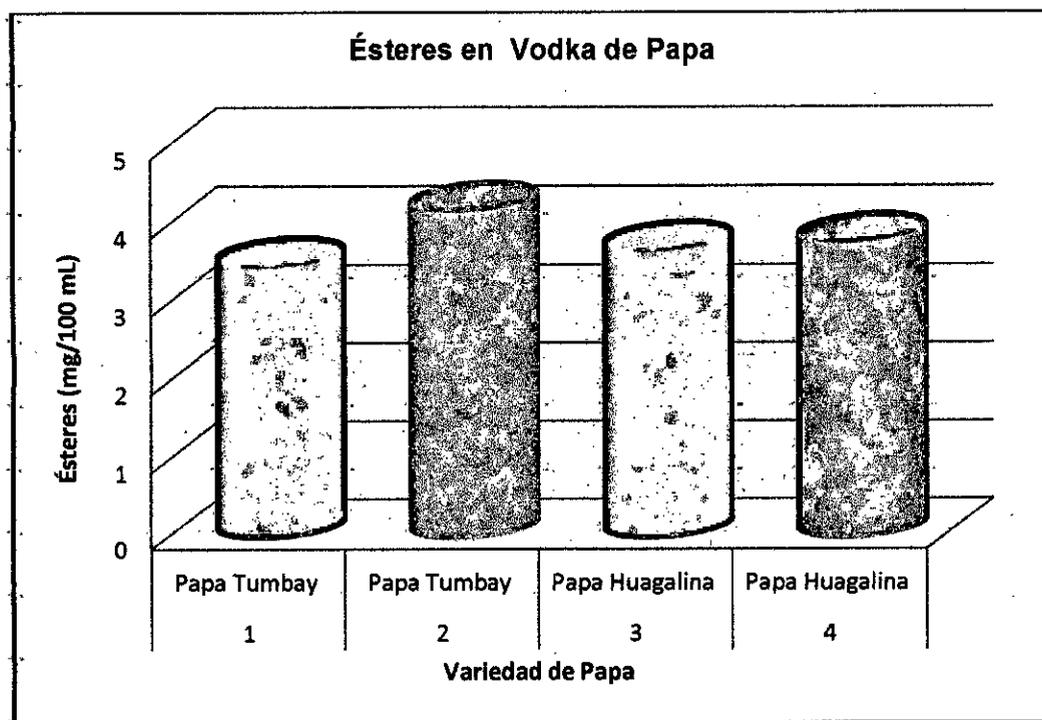


Figura 27. Esteres en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Determinación de Acidez

Tabla 12
Acidez en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	% Acidez
1	Variedad de Papa Tumbay	3,6
2	Variedad de Papa Tumbay	3,8
3	Variedad de Papa Huagalina	2,8
4	Variedad de Papa Huagalina	3,2

Fuente: Elaboración propia

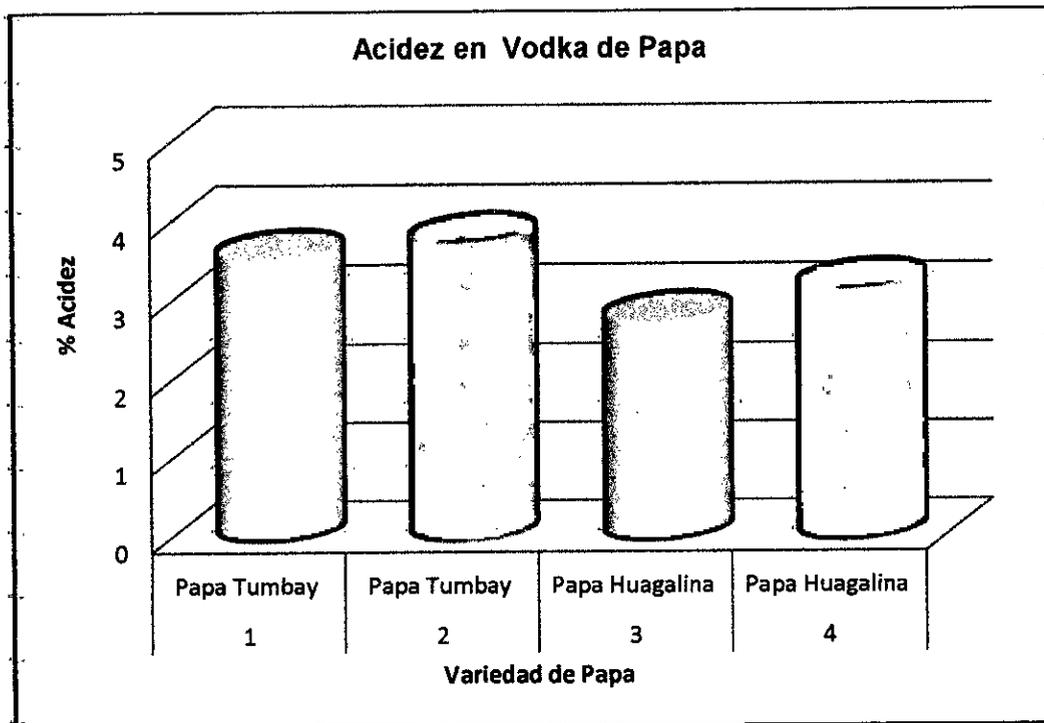


Figura 28. Acidez en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Determinación de Aldehídos

Tabla 13

Aldehídos en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Aldehídos (mg/100mL)
1	Papa Tumbay	0.40
2	Papa Tumbay	0,42
3	Papa Huagalina	0,39
4	Papa Huagalina	0,41

Fuente: Elaboración propia

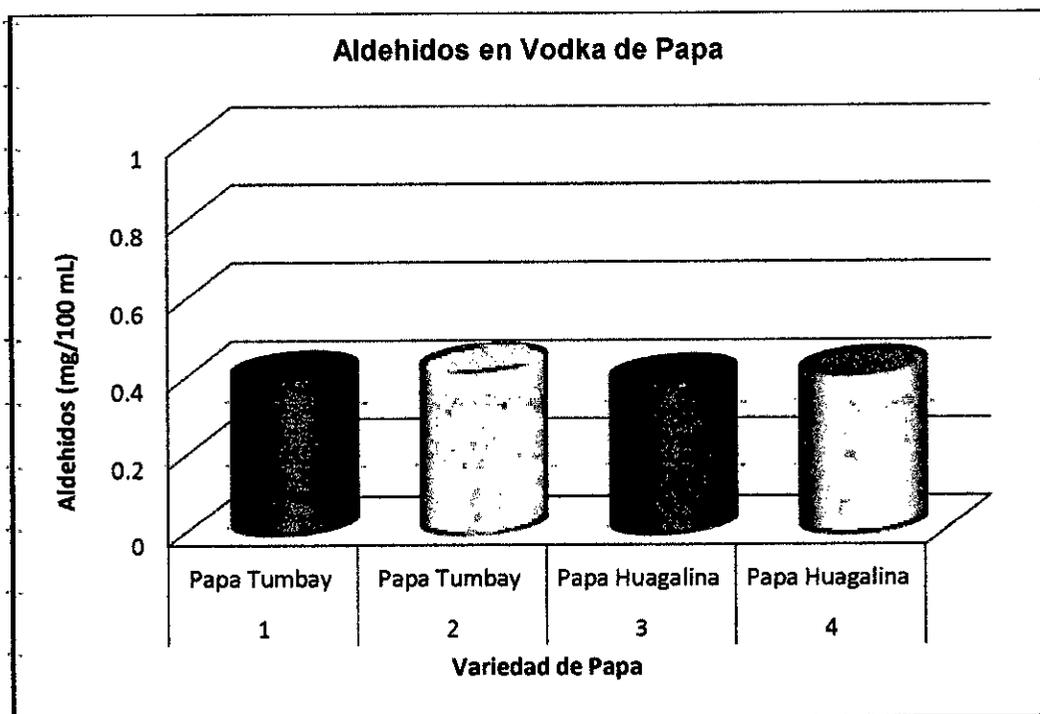


Figura 29. Aldehídos en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

6.4.4 Determinación de Metanol

Tabla 14

Metano en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Metanol(mg/100mL)
1	Variedad de papa Tumbay	0,02
2	Variedad de Papa Tumbay	0,03
3	Variedad de Papa Huagalina	0,03
4	Variedad de Papa Huagalina	0,02

Fuente: Elaboración propia

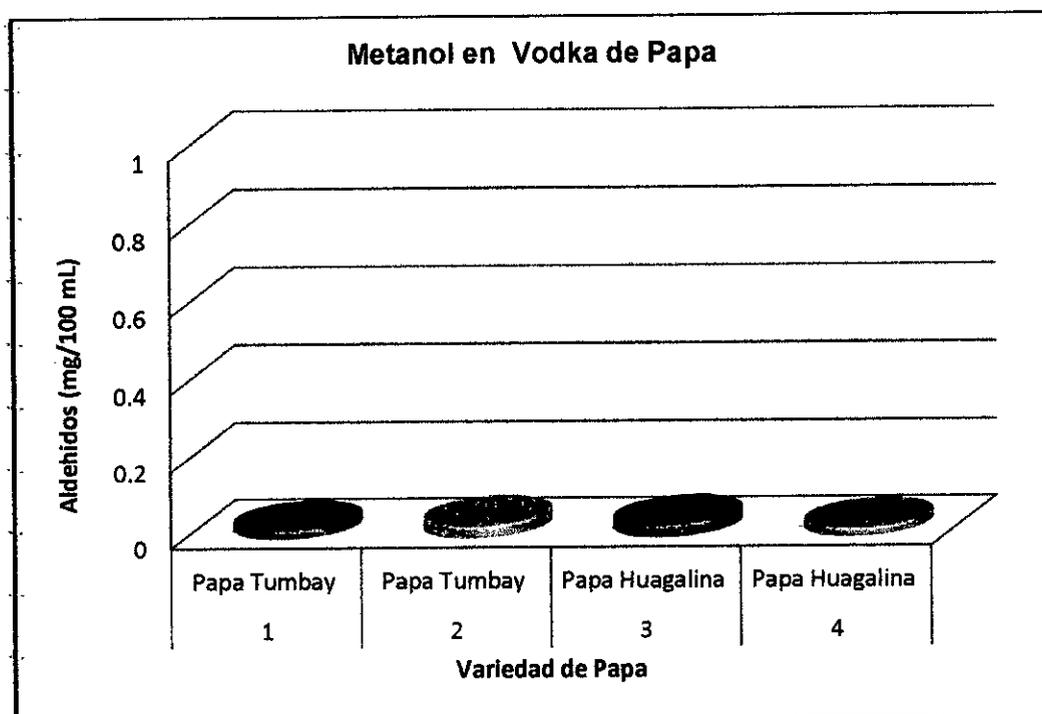


Figura 30. Metanol en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

90

6.4.5 Grado de Alcohol

Tabla 15

Grado de alcohol en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Alcohol(mg/100mL)
1	Variedad de papa Tumbay	42,0
2	Variedad de papa Tumbay	42,5
3	Variedad de papa Huagalina	46,0
4	Variedad de papa Huagalina	45,7

Fuente: Elaboración propia

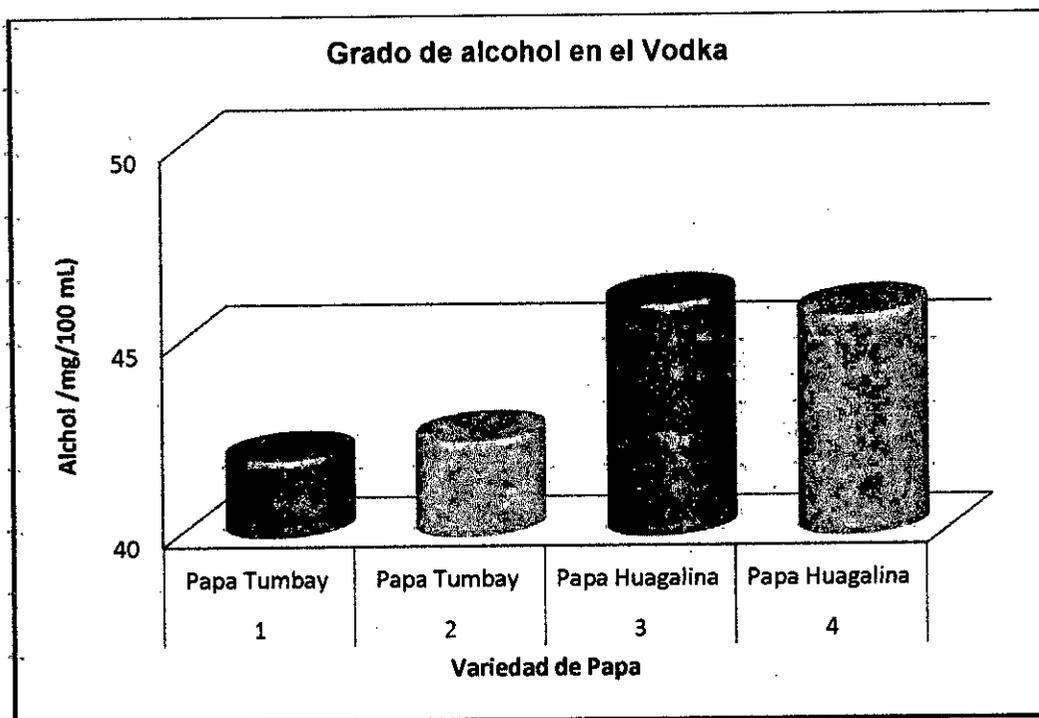


Figura 31. Grado de alcohol en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

6.4.6 Rendimiento de Vodka

El producto destilado se realizó a temperatura de 75 °C para las muestras en estudio y se logró obtener 4,28 L del producto final de la variedad de papa tumbay y 3,78 L de la variedad de papa Huagalina equivalente a 11,01 % de vodka para la variedad de papa tumbay y 9,42% para la variedad huagalina.

6.4.7 Análisis Sensorial

6.4.7.1 Aroma

Tabla 16

Aroma en vodka en variedades de papa

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	3	4	4	4
2	3	4	4	4
3	4	3	3	4
4	4	3	4	4
5	3	3	2	4
6	3	3	3	4
7	3	4	4	4
8	3	4	4	4
9	4	4	3	4
10	4	3	4	4
11	3	4	2	4
12	3	4	3	5
13	4	4	4	5
14	4	4	4	4
15	4	3	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	4
18	4	3	4	4
19	3	4	4	4
20	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

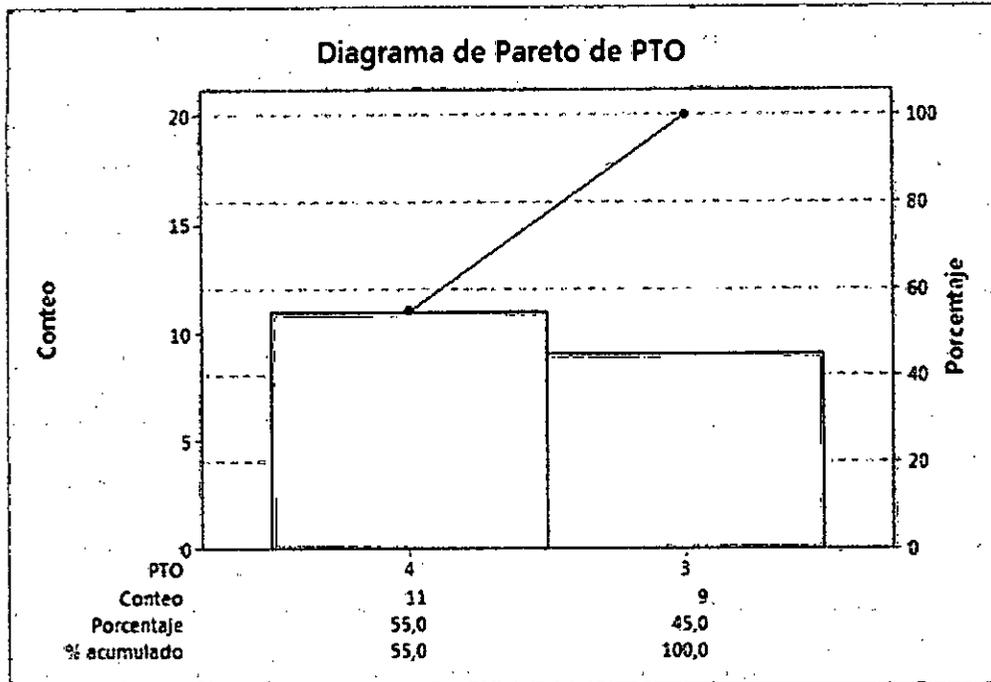


Figura 32. Aroma en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

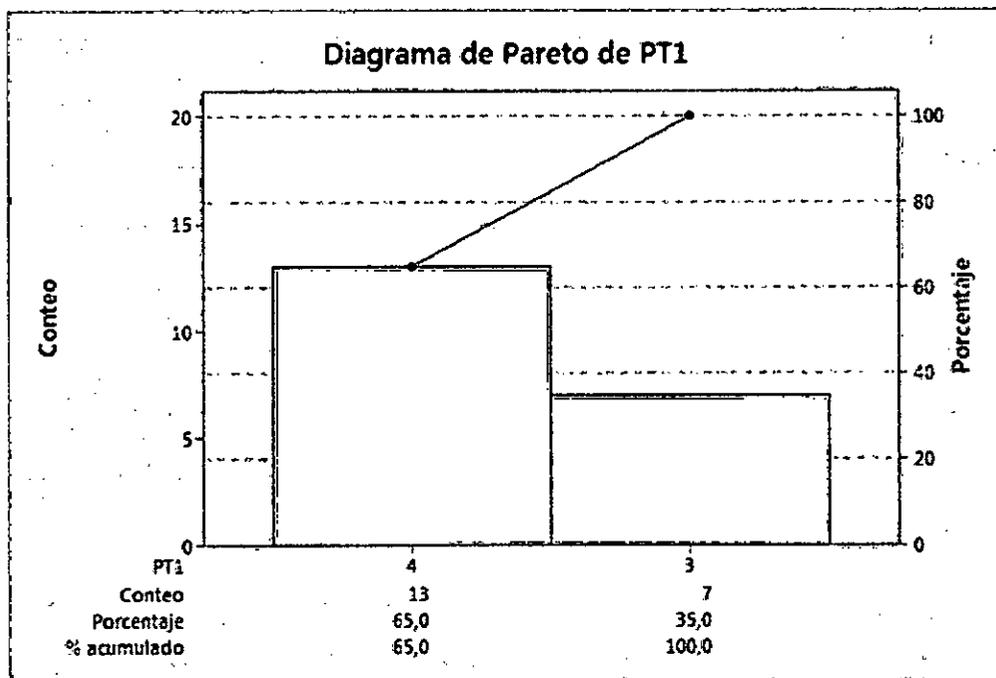


Figura 33. Aroma en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

JS

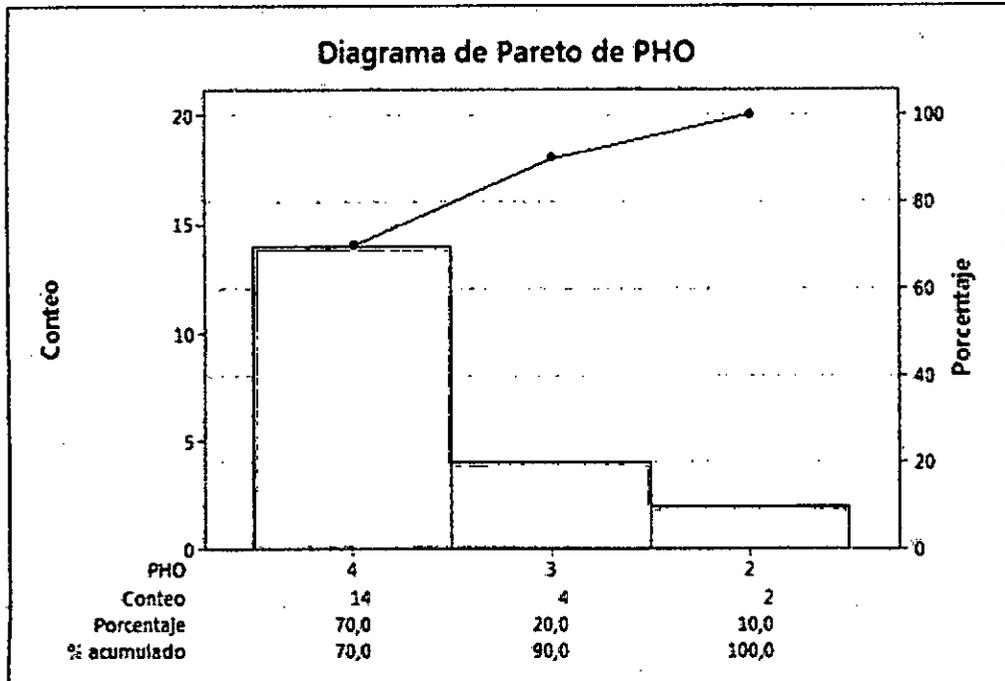


Figura 34. Aroma en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

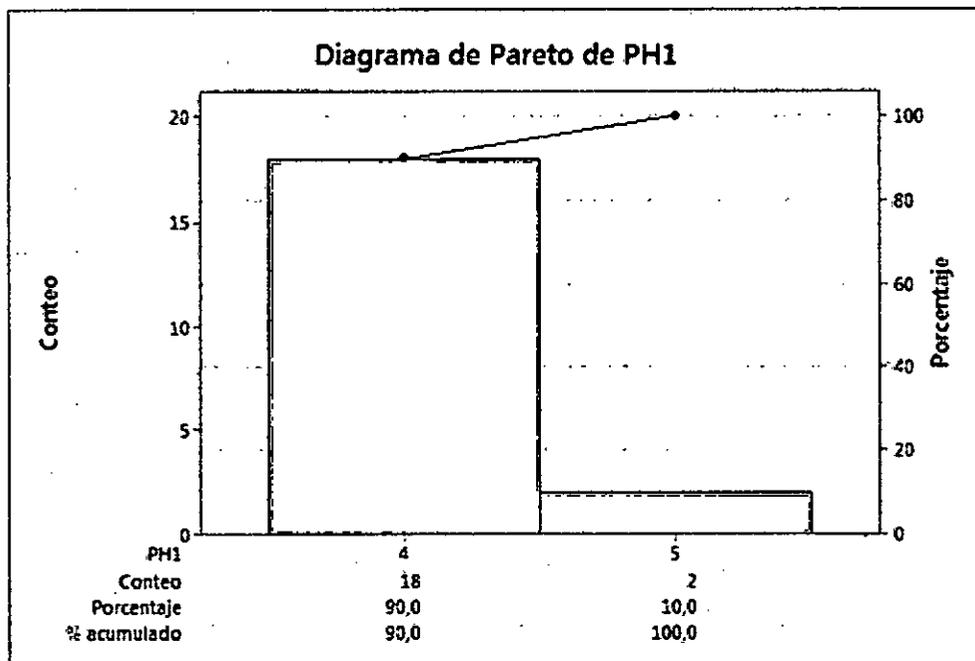


Figura 35. Aroma en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

6.4.7.2 Color

Tabla 17

Color en vodka en variedades de papa

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	5	4	5	4
2	4	4	4	4
3	4	4	4	4
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
6	4	4	4	4
7	4	4	4	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	4	4	4
12	4	4	4	4
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	4	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	4
18	4	4	4	4
19	4	5	5	4
20	4	5	5	4

Fuente: Elaboración propia

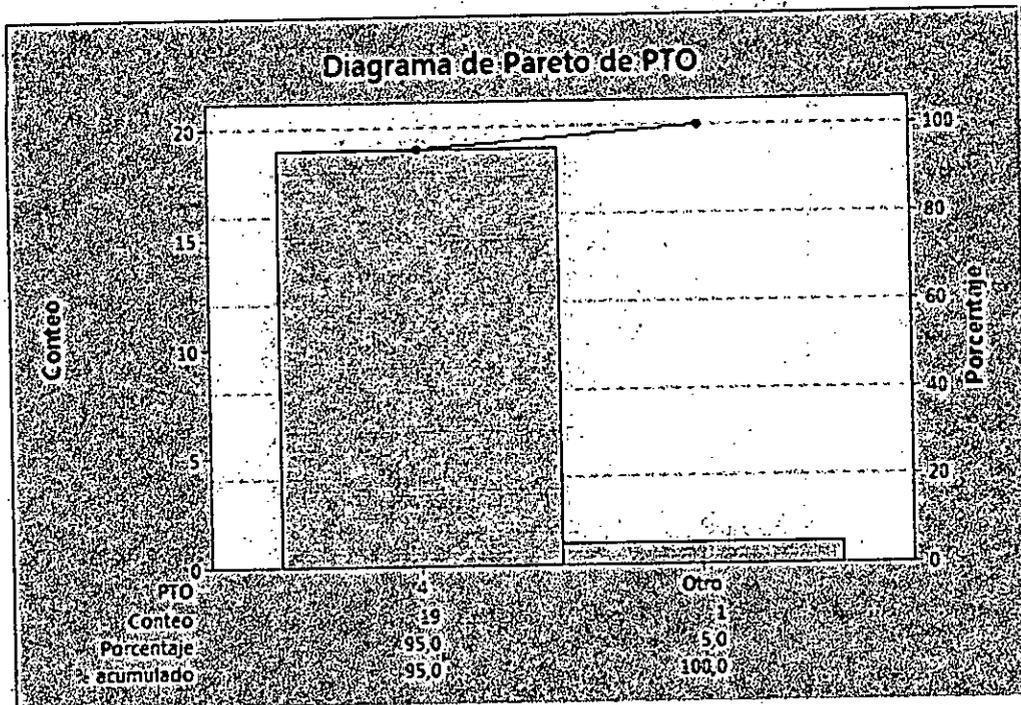


Figura 36. Color en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0
 Fuente: Elaboración propia

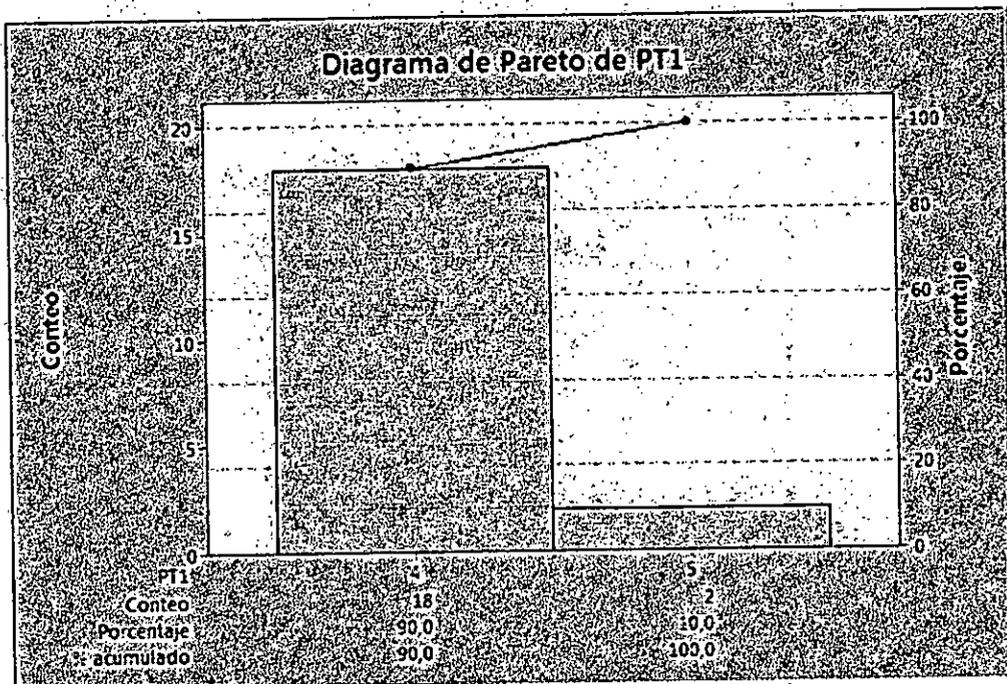


Figura 37. Color en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1
 Fuente: Elaboración propia

93

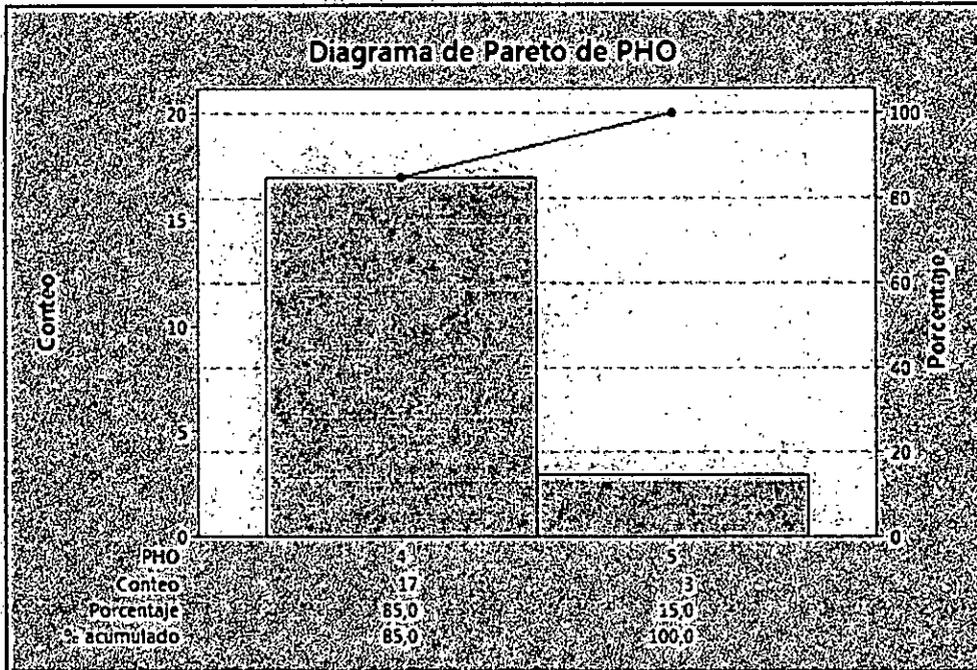


Figura 38. Color en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0
 Fuente: Elaboración propia

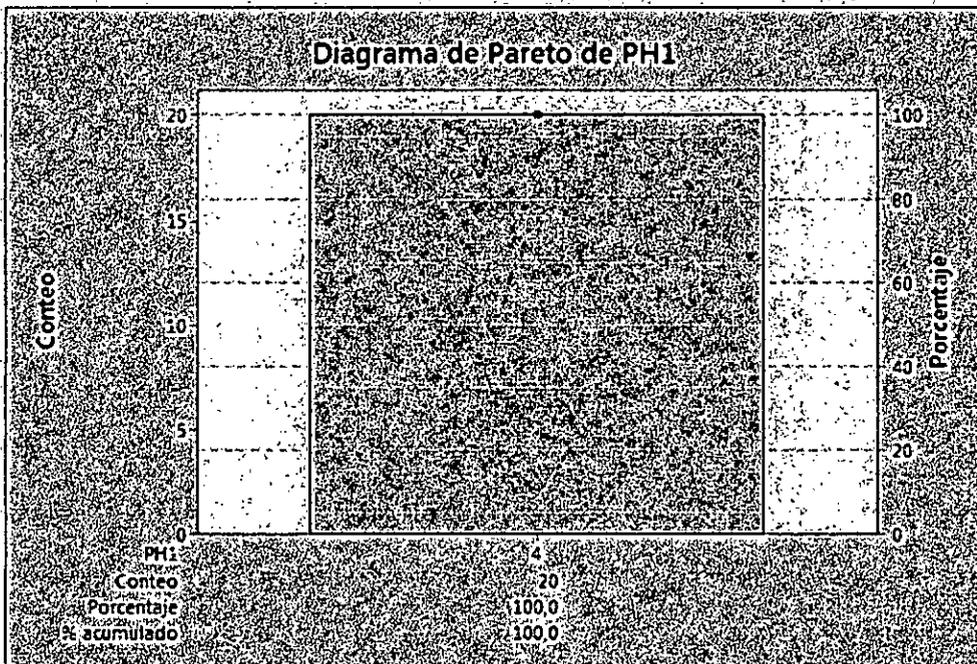


Figura 39. Color en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1
 Fuente: Elaboración propia

93

6.4.7.3 Sabor

Tabla 18

Sabor en vodka en variedades de papa

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	4	5	5	4
2	2	3	3	2
3	4	3	3	4
4	4	4	4	4
5	4	3	3	4
6	4	4	4	4
7	4	3	3	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	3	3	4
12	4	3	3	4
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	3	3	4
16	3	4	4	3
17	4	4	4	4
18	4	3	3	4
19	3	4	4	3
20	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

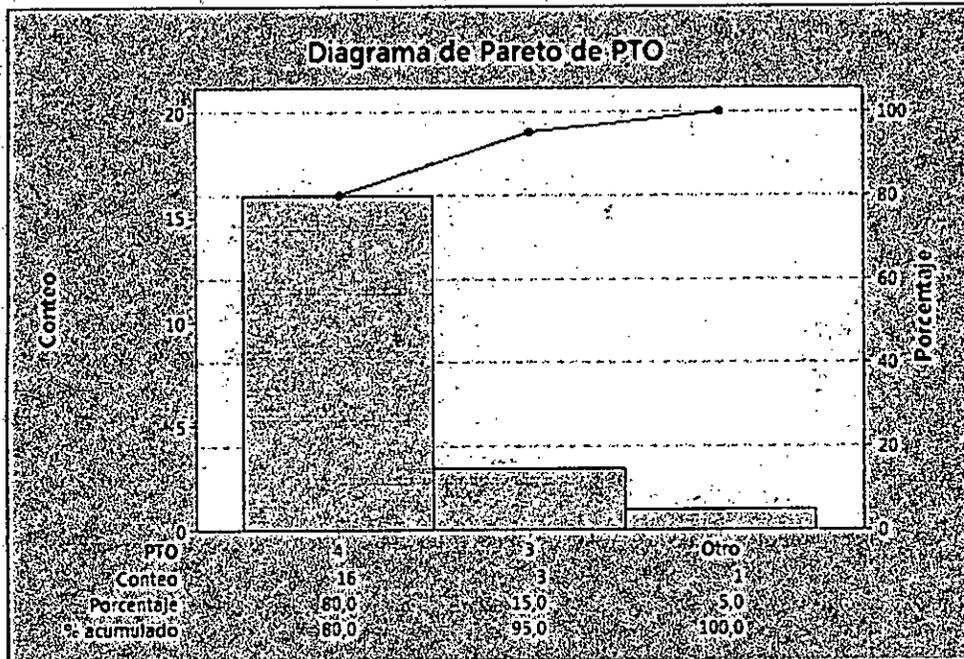


Figura 40. Sabor en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

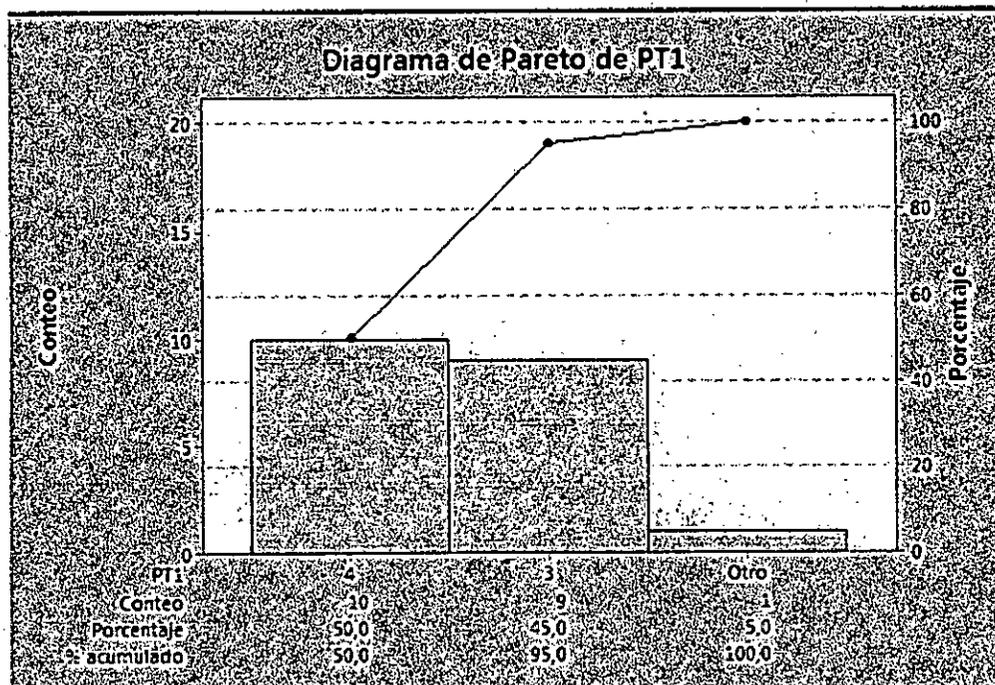


Figura 41. Sabor en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

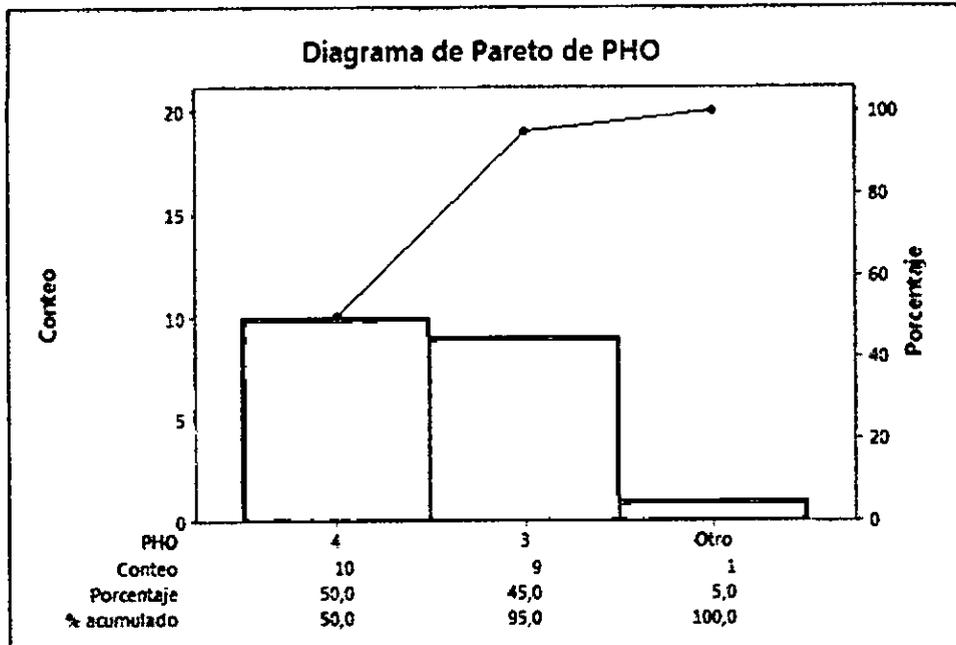


Figura 42. Sabor en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0
Fuente: Elaboración propia

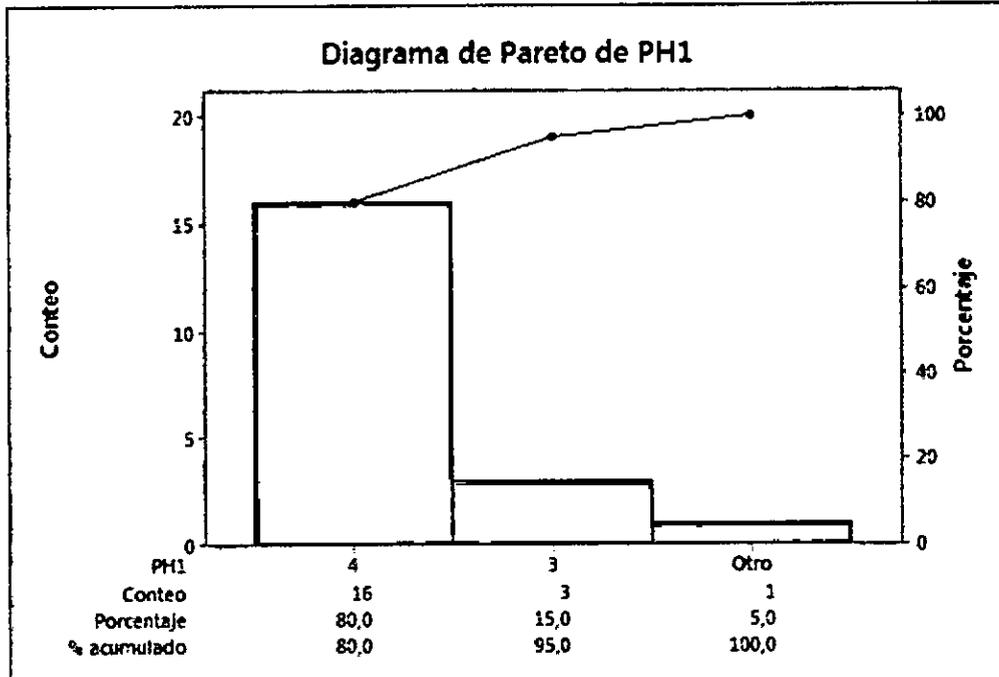


Figura 43. Sabor en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1
Fuente: Elaboración propia

95

6.4.7.4 Aspecto

Tabla 19

Aspecto en vodka en variedades de papa

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PHI
1	4	4	3	5
2	4	4	4	5
3	4	4	3	3
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
6	5	5	5	5
7	4	4	5	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	4	5	4
12	5	5	4	5
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	4	3	4
16	5	5	4	5
17	5	5	5	5
18	4	4	4	4
19	4	4	3	4
20	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia



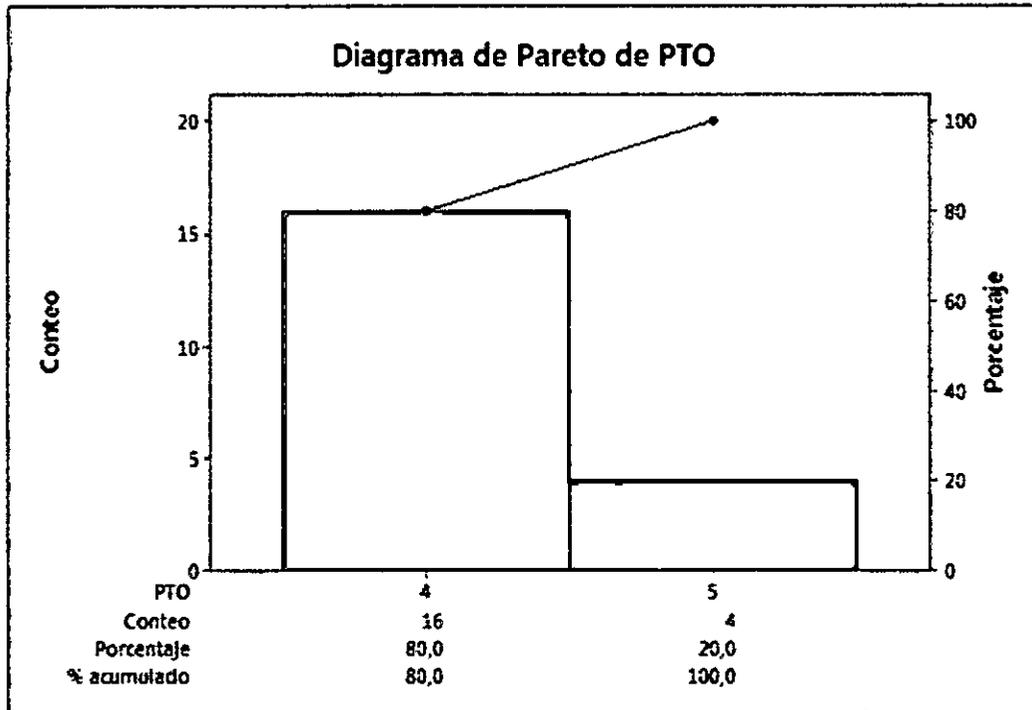


Figura 44. Aspecto en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

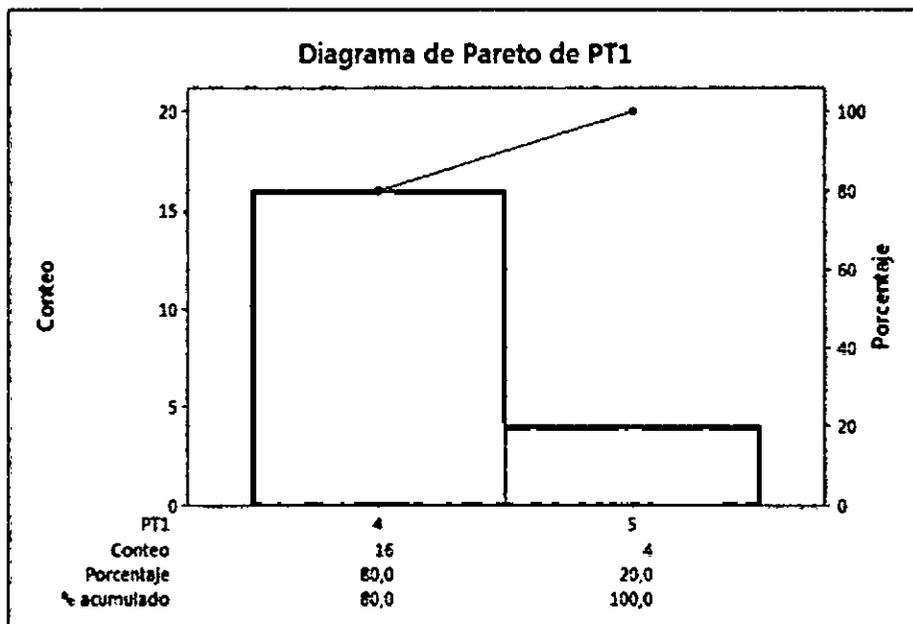


Figura 45. Aspecto en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

J

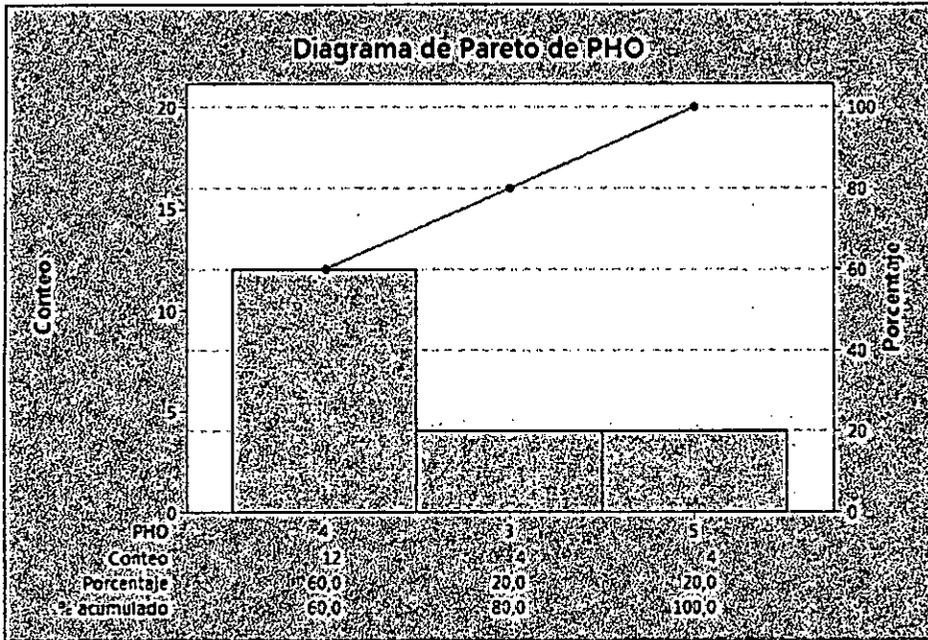


Figura 46. Aspecto en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0
 Fuente: Elaboración propia

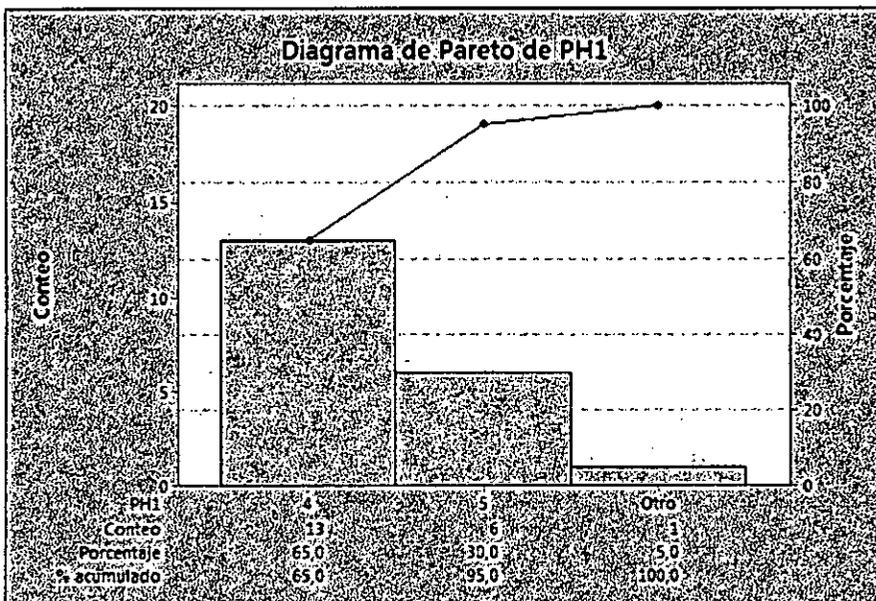


Figura 47. Aspecto en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1
 Fuente: Elaboración propia

VII. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

7.1 Discusión

De las pruebas experimentales se tuvo 15,5% de almidón de papa de la variedad tumbay y 13,26 % de almidón de papa de la variedad huagalina en contraste con el trabajo realizado por Benavides & Pozo (2008) quienes obtuvieron almidón de papa de las variedades super chola, capiro y Gabriela por otro lado Escudero-Vásconez *et al.*, 2012 obtuvieron almidón de papa "super chola" con un rendimiento del 12,9%.

Las pruebas de yodo realizadas antes y después de la hidrólisis enzimática nos ayudó a verificar la presencia o ausencia de almidón para conocer si la hidrólisis enzimática se ha llevado a cabo de la misma manera Benavides & Pozo (2008) usaron las mismas pruebas para la hidrólisis enzimática.

Durante el proceso de fermentación alcohólica se midió los ° Brix y el pH diariamente iniciaron en pH 5,4 para la variedad de papa tumbay y 5,2 para huagalina y °Brix 17,1 y 18,6 y descendieron hasta mantenerse estable hasta llegar al día 16 con un pH 3,7 para variedad de papa tumbay y 3,5 variedad huagalina y 5,3 ° Brix para variedad tumbay y 4,9 ° Brix para la variedad Hugalina de la misma manera Escudero-Vásconez *et al.*, 2012 realizaron mediciones de pH y °Brix durante el proceso de fermentación hasta finalmente llegar al día 16, con un pH 4.5 y 5 °Brix. para la papa variedad super chola.

Los esterres se determinaron para las dos variedades de papa con un valor promedio de 3,85 mg/100 mL para la variedad de papa tumbay y 3,75mg/100 mL para la variedad huagalina mientras que Benavides y Pozo (2008) realizaron tratamiento de 4(variedad capiro + enzima Fungamyl 800 L) con un valor de 4,28 mg/100 mL Los demás tratamientos registran valores que están comprendidos entre 4,13 y 2,43 mg/100 mL.

Los aldehído se determinaron para las dos variedades de papa con un valor promedio de 0,41 mg/100 mL para la variedad de papa tumbay y 0,40 mg/100 mL para la variedad huagalina en comparación con Benavides & Pozo (2008) realizaron tratamiento 3(variedad capiro + enzima Termamyl 120 L), con un valor de 0,5 mg/100 mL. Los demás tratamientos registran valores que están comprendidos entre 0,48 y 0,38 mg/100 mL.

Se determinó el metanol para las dos variedades de papa con un valor promedio de 0,025 mg/100 mL respectivamente en concordancia con Benavides & Pozo (2008) realizaron tratamiento 5 (variedad gabriela + enzima Termamyl 120 Type L), con un valor de 1,05 mg/100 mL, y el tratamiento 6 (variedad gabriela +enzima Fungamyl 800 L) con un valor de 0,53 mg/100mL. Los demás tratamientos no registran valores de metanol.

Se determinó la acidez total para las dos variedades de papa con un valor promedio de 3,7 mg/100 mL para las dos variedad de papa tumbay y la variedad huagalina 3,0 mg/100 mL respectivamente para Benavides & Pozo (2008) determinaron menor producción de ácido acético con una media de 2,83 mg/100 mL de muestra y T5 (variedad gabriela + enzima Termamyl 120 Type L) es el que presenta mayor producción de ácido acético con una media de 3,73 mg/100 mL de muestra.

Se determinó los grados de alcohol para las dos variedades de papa con un valor promedio de 42,25 °GL para la variedad de papa tumbay y la variedad huagalina 45,58 °GL respectivamente para Escudero-Vásconez (2012) obtuvo el grado alcohólico de 20 °GL y actualmente la graduación típica del vodka es de 40 a 70 °GL,

El producto destilado se logró obtener 4,28 L del producto final de la variedad de papa tumbay y 3,78 L de la variedad de papa huagalina equivalente a

11,01 % de vodka para la variedad de papa tumbay y 9,42% para la variedad huagalina. En comparación con Escudero-Vásquez (2012) obtuvo 60 mL de alcohol, que corresponden a un rendimiento del 9.17%, el cual es muy bajo.

Del análisis sensorial para las dos variedades de papa tumbay y huagalina se encontró que para aroma, color, sabor y aspecto están en relación de muy bueno en concordancia con Benavides & Pozo (2008) que para la papa super chola presenta en la investigación tiene muy buena aceptación por los diferentes catadores después de la marca comercial Vodka Konik y superando a la marca comercial Royalty.

7.2 Conclusiones

El mayor rendimiento de vodka se obtuvo de la variedad de papa tumbay 11,01% y 9,42% de la variedad huagalina.

La característica físico químicas y sensoriales del producto terminado fueron:

- Se tuvo 15,5% de almidón de papa de la variedad tumbay y 13,26 % de almidón de papa huagalina.
- Los parámetros controlados durante el proceso de fermentación alcohólica fueron los ° Brix y el pH diariamente iniciaron en pH 5,4 para la variedad de papa tumbay y 5,2 para huagalina y °Brix 17,1 y 18,6 y descendieron hasta mantenerse estable hasta llegar al día 16 con un pH 3,7 para variedad de papa tumbay y 3,5 variedad huagalina y 5,3 ° Brix para variedad tumbay y 4,9 ° Brix para la variedad Hugalina.
- Los resultados de los esteres fueron para las dos variedades de papa con un valor promedio de 3,85 mg/100 mL para la variedad tumbay y 3,75mg/100 mL para la variedad huagalina
- Los aldehído se determinaron para las dos variedades de papa con un valor promedio de 0,41 mg/100 mL para la variedad de papa tumbay y



0,40 mg/100 mL para la variedad huagalina.

- Se determinó el metanol para las dos variedades de papa con un valor promedio de 0,025 mg/100 mL para las dos variedad de papa tumbay y la variedad huagalina.
- Se determinó la acidez total para las dos variedades de papa con un valor promedio de 3,7 mg/100 mL para las dos variedad de papa tumbay y la variedad huagalina 3,0 mg/100 mL
- Se determinó los grados de alcohol para las dos variedades de papa con un valor promedio de 42,25 °GL para la variedad de papa tumbay y la variedad huagalina 45,58 °GL respectivamente.
- El producto destilado se logró obtener 4,28 L del producto final de la variedad de papa tumbay y 3,78 L de la variedad de papa Huagalina equivalente a 11,01 % de vodka para la variedad de papa tumbay y 9,42% para la variedad huagalina.
- Del análisis sensorial para las dos variedades de papa tumbay y huagalina se encontró que para aroma, color, sabor y aspecto están e relación de muy bueno

7.3 Recomendaciones

- Se recomienda usar la papa de todos los tamaños para aprovecharla y no desperdicien en los campos de cultivo.
- Se recomienda industrializar el vodka de papa porque tienen un sabor agradable característica a las variedades de papa que se elabora.



VIII. REFERENCIALES

- Benavides, I & Pozo, M (2008). Elaboración de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
- Braverman J.(1980); Introducción de la Bioquímica de los Alimentos; Editorial El Manual Moderno; México D.F.
- Bernal, B et al (2017). Hidrólisis enzimática de almidón. Ediciones Universidad de América
- Cordero-Bueso, G. (2013). APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS EN LA COCINA Y EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla
- Chávez, P. (2008). *La papa, tesoro de los andes*.
http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf
- De la Rosa, T (1998); Tecnología de los Vinos Blancos; Ediciones Mundi-Prensa; Barcelona-España.
- Egusquiza, B. 2000. "La papa, producción, transformación y comercialización". Lima- Perú. PROGRA DE Investigación y Proyección Social en Papa. 48-50 pp.
- Escudero-Vásconez, B Jijón-Castro, M y Pazmiño-García, D (2012). Fermentación alcohólica de la papa "super chola" (*Solanum tuberosum*) para la obtención de vodka. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Flanzy, C. Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos; Ediciones Mundi-Presa; Madrid-España.2000.
- Gonzales S. (1978); Microbiología de las bebidas; Pueblos y Educación Ediciones; La Habana Cuba.
- Huayta, B (2016). Obtención de Bioetanol por Hidrólisis Enzimática del Almidón de Papa Cardenal Carrera de Ingeniería Química - Facultad

de Ciencias y Tecnología. UAJMS - Tarija, Bolivia. *Ciencia Sur Vol. 2. N° 3. ISSN 2518 - 4792 Pág. 35 – 43. Diciembre 2016.*

INACAL. NTP 210.003.2003. Determinación del grado alcohólico volumétrico.

INACAL. Esteres: NTP 211.003. 2011. (Revisado 2016) Bebidas alcohólicas.

Método de ensayo. Determinación de ésteres totales.

INACAL. Aldehídos: NTP 211.051. 2012. Bebidas Alcohólicas. Método de ensayo. Determinación de aldehídos.

INACAL. Metanol: NTP 210.022:2010 (revisada el 2015). BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación del metanol por espectrofotometría UV/VIS.

INACAL. Acidez: NTP 211.040:2003 (revisada el 2015). BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de acidez

Loyola, N, et al (2010) Evaluación del contenido de almidón en papas (*solanum tuberosum, sp. tuberosum cv. desirée*), producidas en forma orgánica y convencional en la provincia de curicó, región del Maule .Volumen 28, N° 2, Páginas 41 IDESIA (Chile) Mayo - Agosto 2010.

Olivas GI, Barbosa-Cánovas GV (2005) Edible coating for fresh-cut fruits. Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 45: 657-670.

Ponce, E (2011). Papa Chilena, el Vodka y su influencia en la segunda guerra Mundial: frente ruso. Volumen 29, N°3. Páginas 117-124. IDESIA (Chile) Septiembre-Diciembre, 2011. Escuela Universitaria de Ingeniería Mecánica. Universidad de Tarapacá. Arica. Chile.

Reyna, L; et al. (2004) hidrólisis enzimática del almidón. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 7 N.º 1, 2004. Págs. 40-44.

Suárez-Machín, Caridad; Garrido-Carralero, Norge Antonio; Guevara-Rodríguez, Carmen Amarilys. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. vol. 50, núm. 1, enero-abril, 2016, pp. 20-28 Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba

Terranova Editores, Producción Agrícola 2, 2001. Enciclopedia Agropecuaria Ingeniería y agroindustria T.5. Bogotá, Colombia

Vaclavik A. (2002). Fundamentos de Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia.

Vásquez, H & Dacosta, O (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. Universidad Autónoma Metropolitana- México INGENIERÍA Investigación y Tecnología VIII. 4. 249-259, 2007.

ULHMAN (1985): Enciclopedia Técnica Química Tomo IV , UTEHA Williams A.E. Potato Alcohol, June 1996, VIII-6 Synthetics and By-Products.

Páginas Web:

<http://www.monografias.com/trabajos12/enzim/enzim.shtml>

<http://www.delande.com.pe/tumbay.html>

<http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>

https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae#/media/File:Saccharomyces_cerevisiae_SEM.jpg (Enero, 2019)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Amilopectina> (Enero 2019)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Amilosa> (Enero 2019)



IX. APENDICE

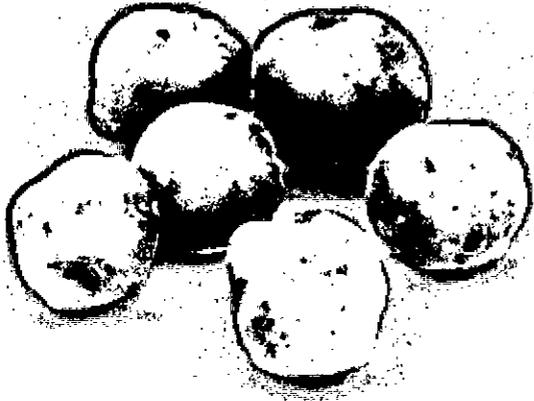


Figura 1. Papa Tumbay

Fuente: Elaboración propia

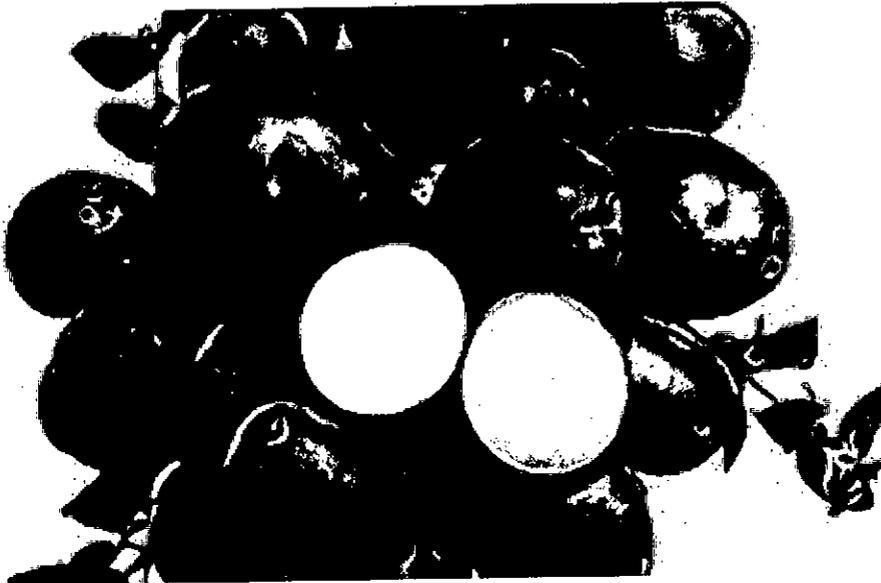


Figura 2. Papa Huagalina

Fuente: Elaboración propia

g

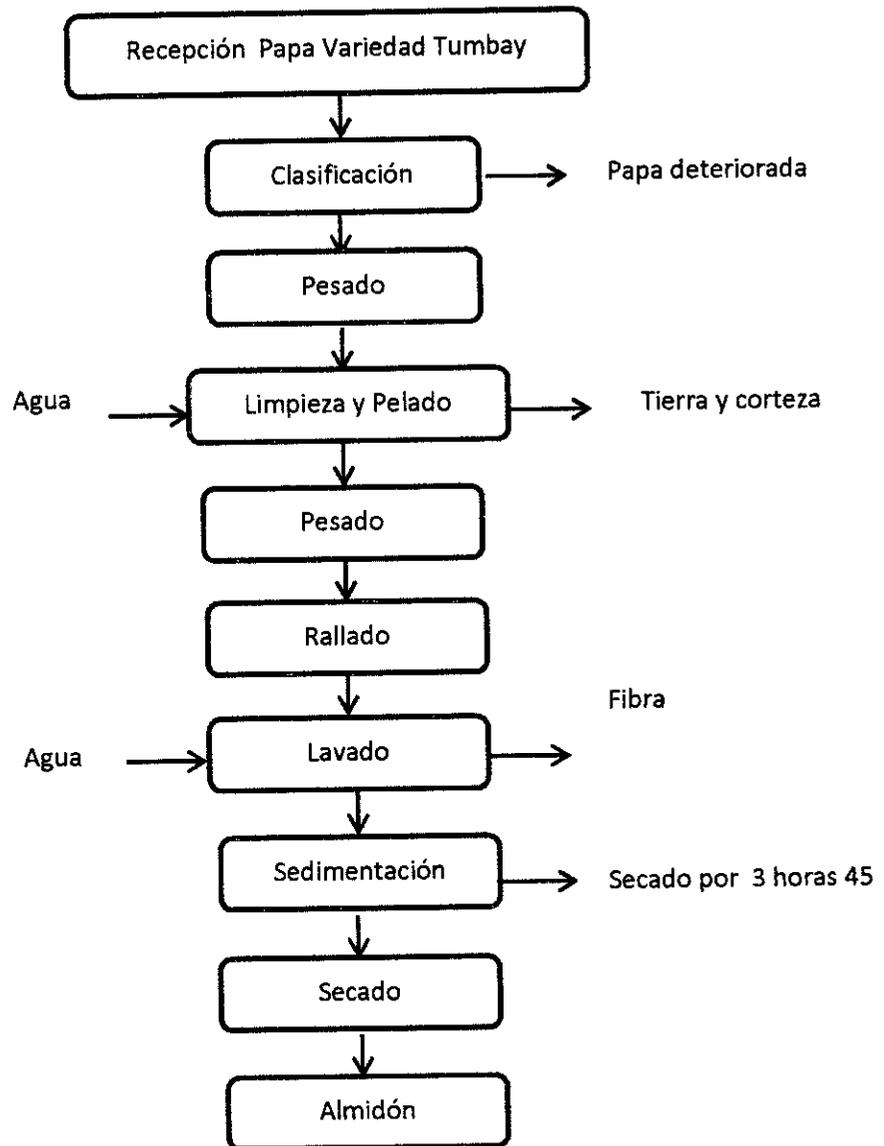


Figura 6. Proceso de obtención del almidón de variedades de papa

Fuente: Benavides y Pozo (2008)



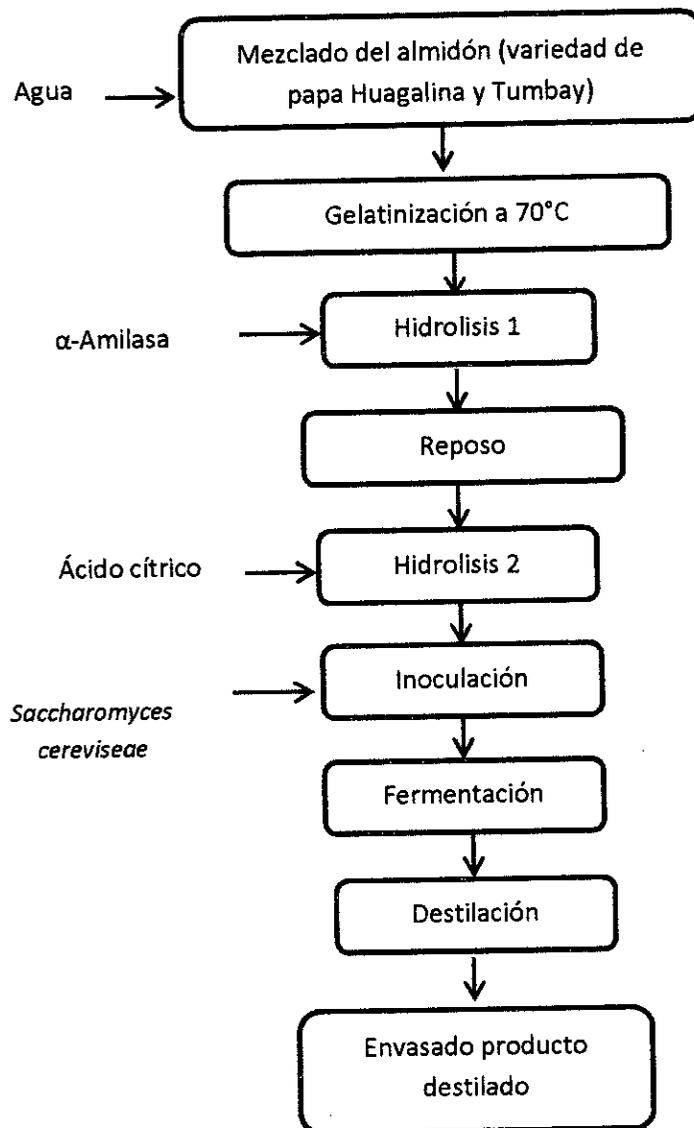


Figura 7. Proceso de obtención del vodka de variedades de papa

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

JS



Figura 8. Papa pelada tumbay y huagalina

Fuente: Elaboración propia

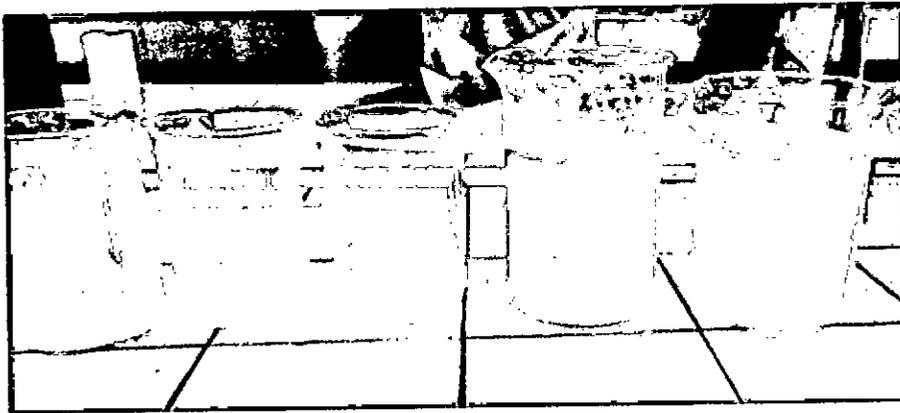


Figura 9. Rallado de la papa tumbay y huagalina para obtener el almidón

Fuente: Elaboración propia

g

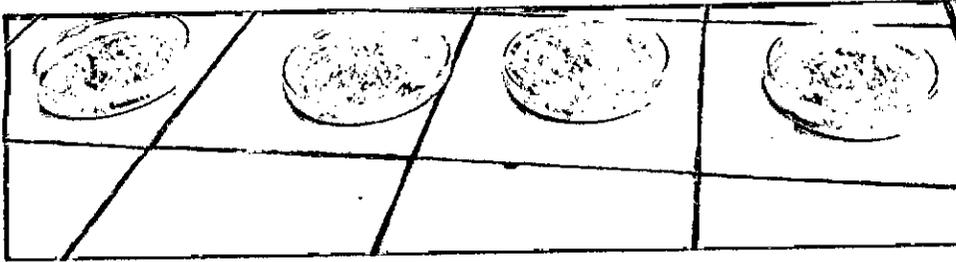


Figura 10. Almidón de la papa tumbay y huagalina

Fuente: Elaboración propia

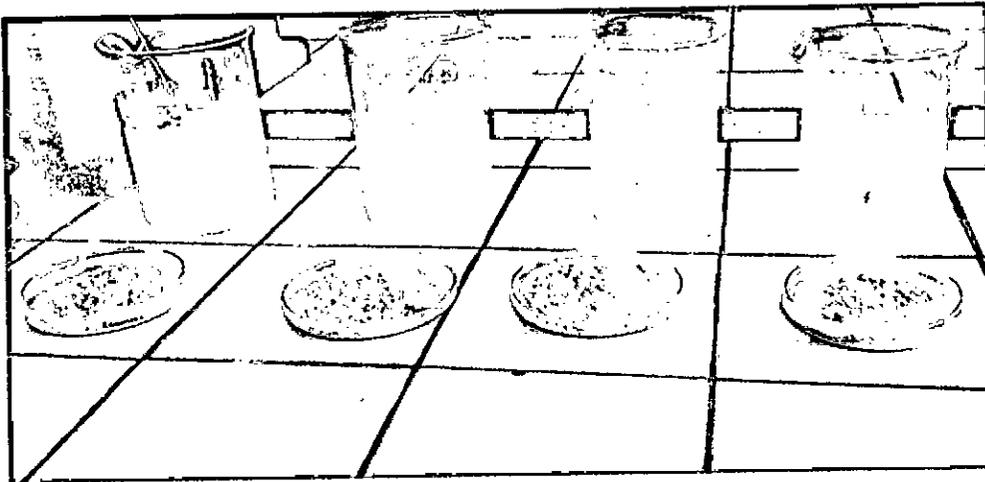


Figura 11. Mezclado de almidón con agua

Fuente: Elaboración propia

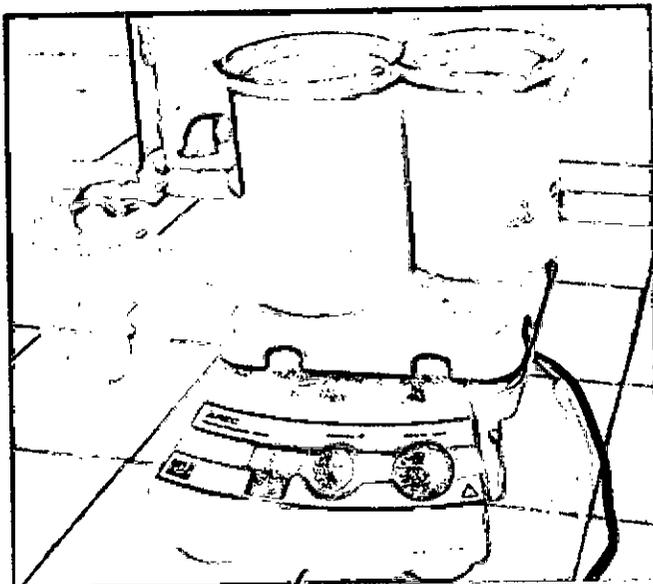


Figura 12. Gelatinización del almidón

Fuente: Elaboración propia

g



Figura 13. Adición de enzima

Fuente: Elaboración propia

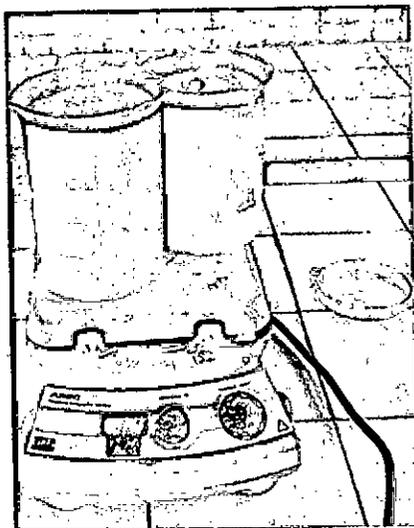


Figura 14. Proceso de hidrolisis de enzima

Fuente: Elaboración propia

95



Figura 15. Inoculación de la levadura

Fuente: Elaboración propia

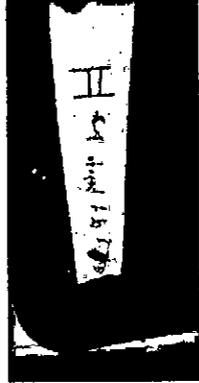
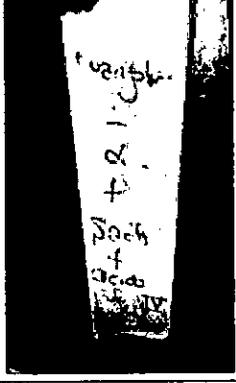
BIDON I	BIDON II	BIDON III	BIDON IV
			
Papa Huagalina Enzima	Papa Tumbay Enzima	Papa Tumbay Enzima	Papa Huagalina Enzima

Figura 16. Bidones de fermentación

Fuente: Elaboración propia

g

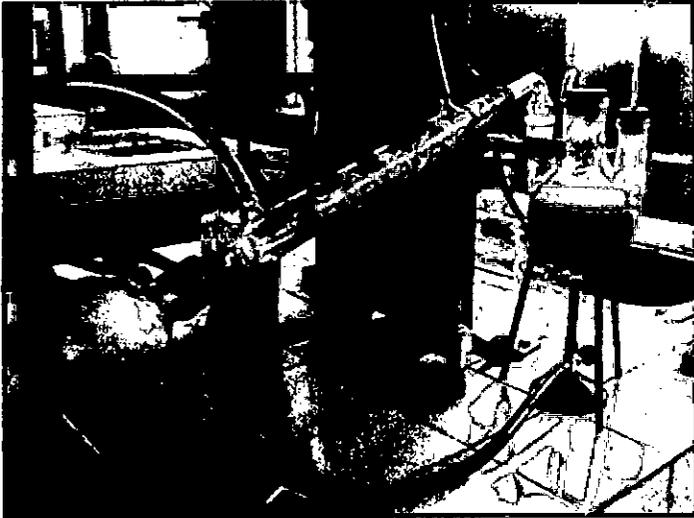


Figura 17. Destilación de vodka

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Embotellado de vodka

Fuente: Elaboración propia

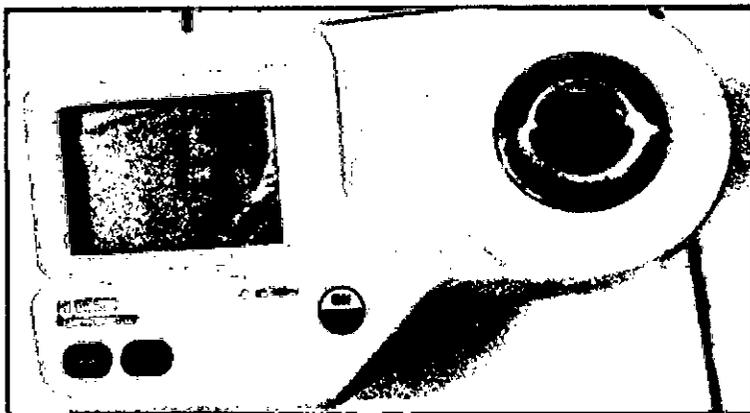


Figura 19. Determinación % brix

Fuente: Elaboración propia

95

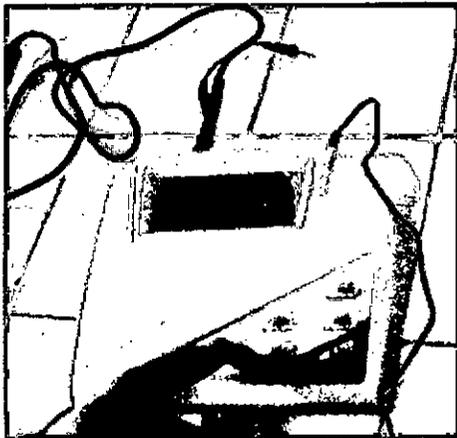


Figura 20. Determinación de pH

Fuente: Elaboración propia

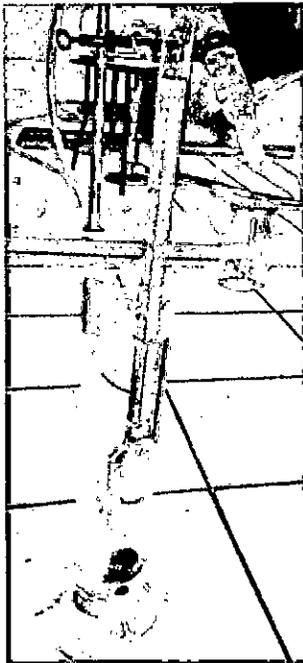


Figura 21. Determinación del grado alcohólico

Fuente: Elaboración propia

95

ANÁLISIS SENSORIAL DEL VODKA

NOMBRE DEL PANELISTA:

FECHA:

Solicitamos su colaboración para realizar el siguiente análisis organoléptico. La información que usted nos pueda brindar es muy importante.

Frente a Usted hay cuatro muestras de Vodka, al cual le debería evaluar sus características organolépticas para conocer su nivel de agrado de acuerdo al color, aroma, sabor, aspecto). Coloque el número según corresponda.

ASPECTO: Observar la muestra, a fin de determinar la transparencia del producto (aspecto turbio, presencia de grumos, sólidos en suspensión, o materias extrañas).

COLOR: Observar la muestra, a fin de determinar el color del producto (debe ser cristalino).

OLOR: Primeramente oler el producto en reposo, luego mover la muestra suavemente y en forma circular para facilitar la captación del olor, evitando la fatiga del olfato.

Dejar transcurrir por lo menos 5 minutos entre cada prueba, aspirando aire profundamente en el intervalo.

SABOR. Probar con sorbos de igual volumen aproximadamente de 4 a 5 cm³ no debiendo permanecer la bebida más de 5 segundos en la boca.

El catador debe concentrar su atención en una propiedad particular (suavidad, acidez, amargor, dulzor, etc).

Después de cada prueba debe tomar un poco de agua, dejar pasar 5 minutos entre cada prueba.

A cada característica organoléptica se le asignó una escala de apreciación y se valoró de la siguiente manera:

Excelente	5	Muy Bueno	4	Bueno	3
Regular	2	Malo	1		

Tabla 5

Análisis sensorial del vodka

CARACTERISTICAS	Códigos de las Muestras			
	PT0	PT1	PH0	PH1
Aroma				
Color				
Sabor				
Aspecto				

Fuente: Benavidez y Pozo (2008)

Comentarios:

Muchas Gracias

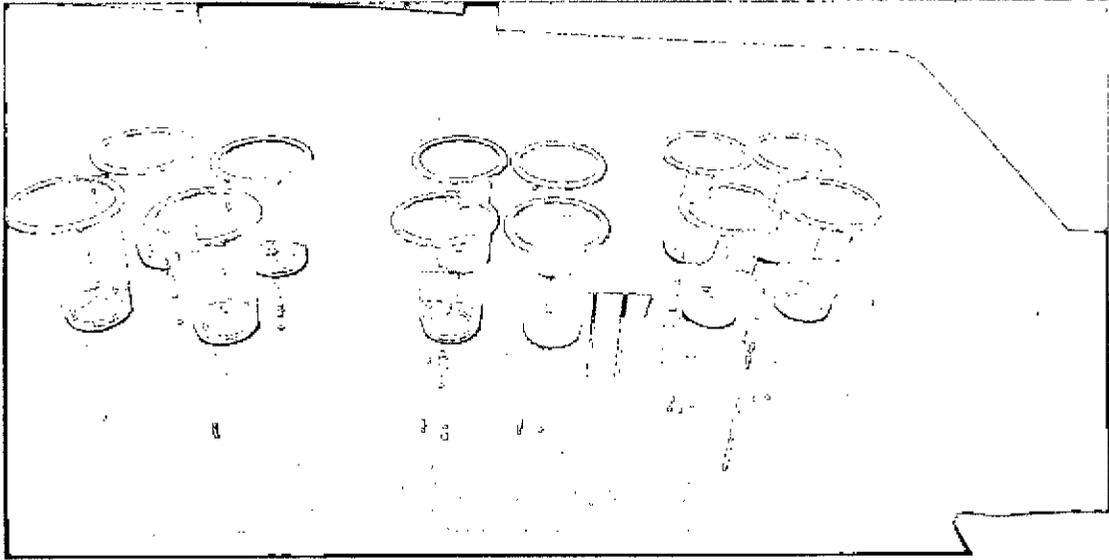


Figura 22. Muestras de vodka para análisis sensorial

Fuente: Elaboración propia

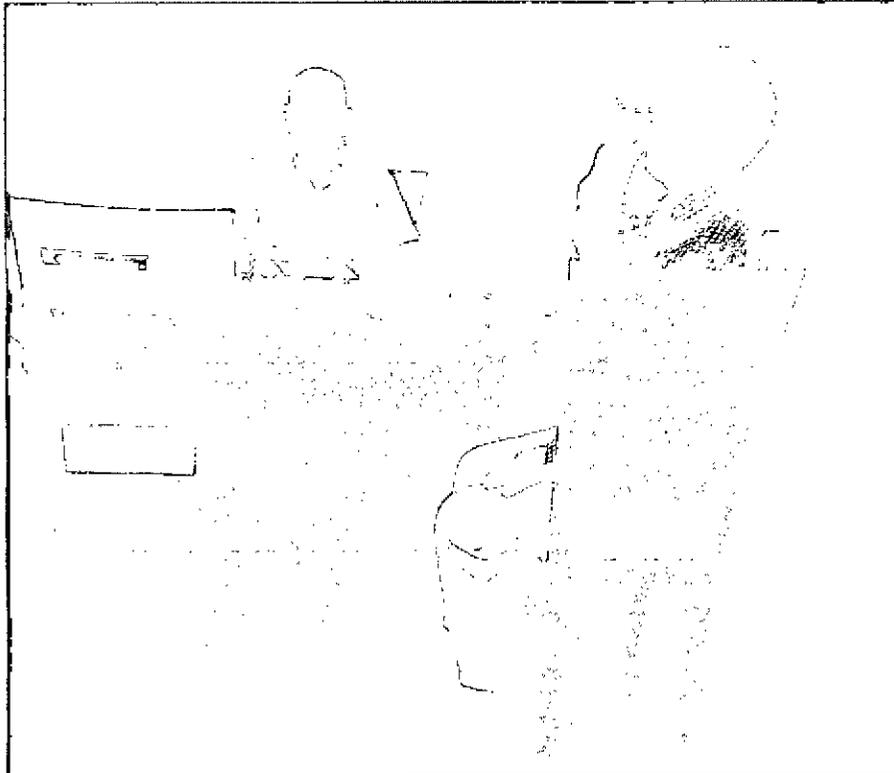


Figura 23. Panelista análisis sensorial del vodka

Fuente: Elaboración propia

g

Tabla 6

Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades de papa

Variedades de papa	Cantidad Kg	Cantidad de Almidón Kg	% Almidón
Papa Tumbay	30.0	4,65	15,50
Papa Huagalina	30.0	3,98	13,26

Fuente: Elaboración propia

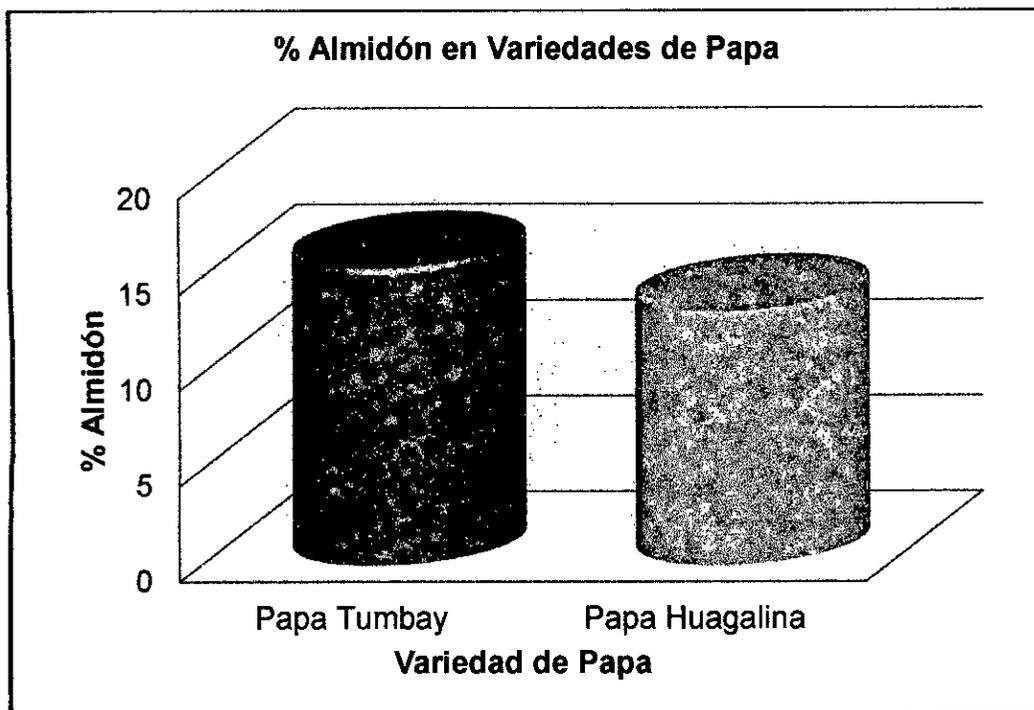


Figura 24. Porcentaje de rendimiento de almidón de las variedades de papa

Fuente: Elaboración propia

5

Tabla 7

Prueba de yodo antes de la hidrolisis

Muestras	Tipo de Muestras	Resultado
1	Variedad de papa Tumbay + agua	Positivo (color azul)
2	Variedad de papa Tumbay + agua	Positivo (color azul)
3	Variedad de papa Huagalina + agua	Positivo (color azul)
4	Variedad de papa Huagalina + agua	Positivo (color azul)

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Prueba de Yodo después de la hidrolisis

Tabla 8

Prueba de yodo después de la hidrolisis

Muestras	Tipo de Muestras	Resultado
1	Variedad de papa Tumbay + agua	Negativo (color rojizo)
2	Variedad de papa Tumbay + agua	Negativo (color rojizo)
3	Variedad de papa Huagalina + agua	Negativo (color rojizo)
4	Variedad de papa Huagalina + agua	Negativo (color rojizo)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Grados brix variedades de papa

Días	%Brix (promedio)	
	Variedad de Papa Tumbay	Variedad de Papa Huagalina
0	17,1	18,6
1	16,2	18,3
2	15,3	17,5
3	14,9	16,8
4	14,1	15,6
5	13,6	14,9
6	12,8	13,7
7	12,4	11,4
8	11,7	10,9
9	10,4	10,3
10	8,9	9,7
11	7,4	9,2
12	7,1	8,3
13	6,6	7,1
14	6,2	6,4
15	5,3	5,6
16	5,3	4,9

Fuente: Elaboración propia

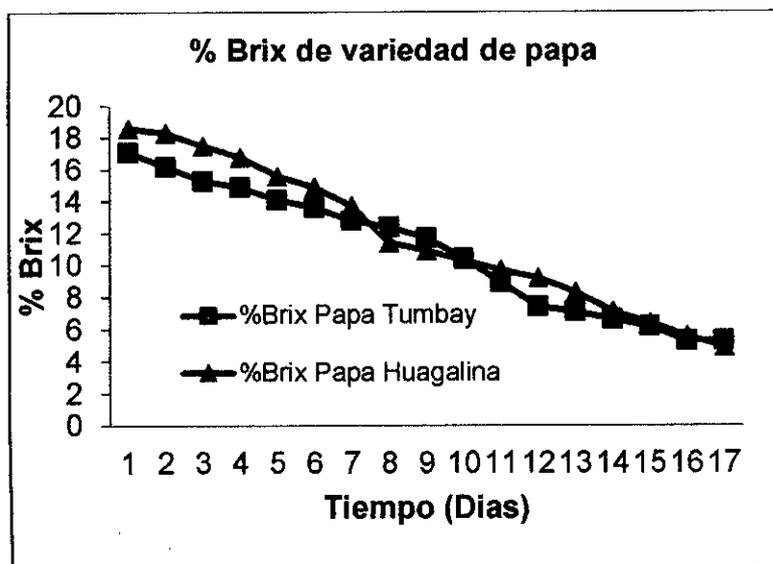


Figura 25. Grados brix variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

95

Tabla 10
pH variedades de papa

Días	pH (promedio)	
	Variedad de Papa Tumbay	Variedad de Papa Huagalina
0	5,4	5,2
1	5,2	5,3
2	4,9	5,1
3	4,8	4,9
4	4,6	4,8
5	4,4	4,9
6	4,3	5,1
7	4,4	4,9
8	4,6	4,8
9	4,5	4,8
10	4,5	4,7
11	4,2	4,7
12	3,9	4,6
13	3,8	4,7
14	3,6	4,3
15	3,7	3,9
16	3,7	3,5

Fuente: Elaboración propia

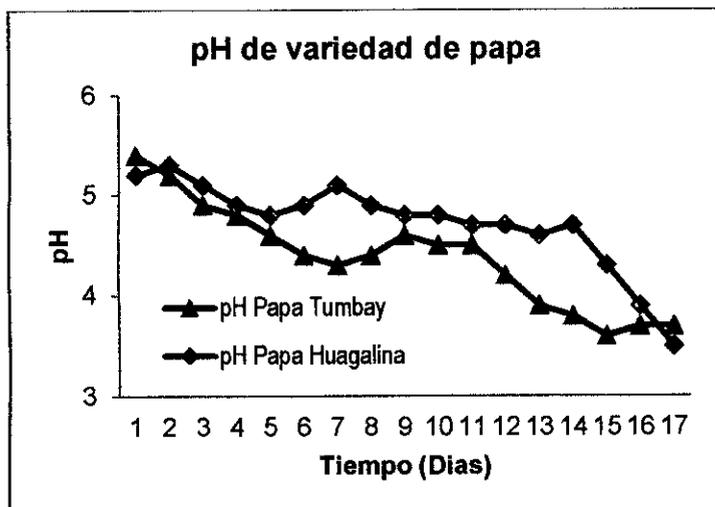


Figura 26. pH variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

90

Tabla 11

Esteres en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Ésteres (mg/100mL)
1	Variedad de Papa Tumbay	3,5
2	Variedad de Papa Tumbay	4,2
3	Variedad de Papa Huagalina	3,7
4	Variedad de Papa Huagalina	3,8

Fuente: Elaboración propia

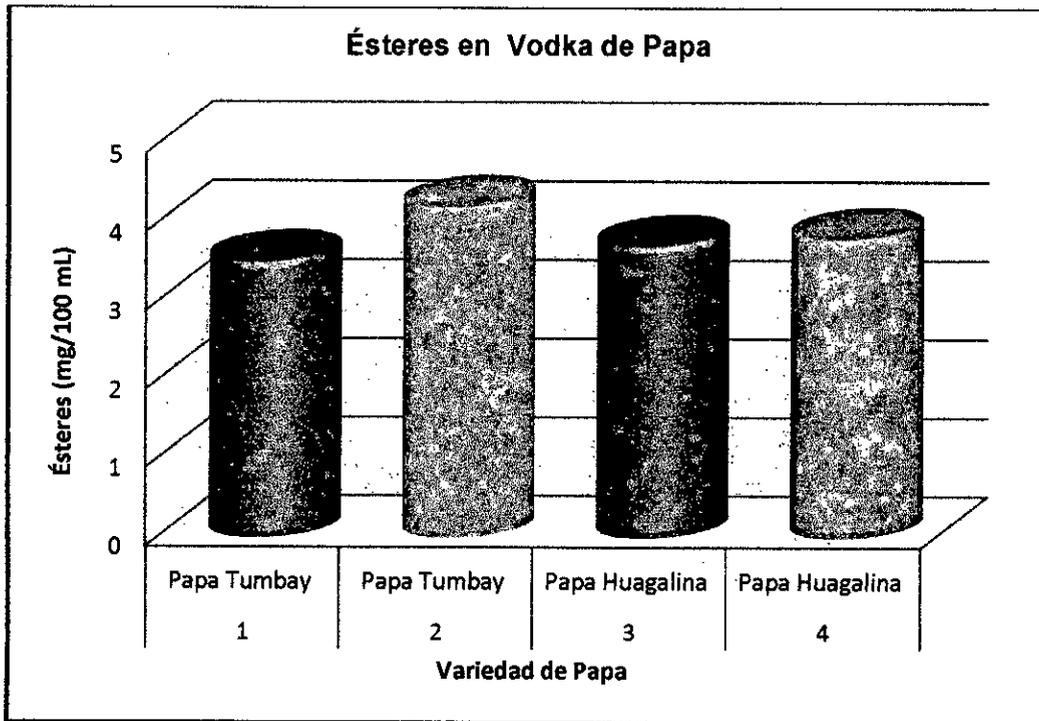


Figura 27. Esteres en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12
Acidez en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	% Acidez
1	Variedad de Papa Tumbay	3,6
2	Variedad de Papa Tumbay	3,8
3	Variedad de Papa Huagalina	2,8
4	Variedad de Papa Huagalina	3,2

Fuente: Elaboración propia

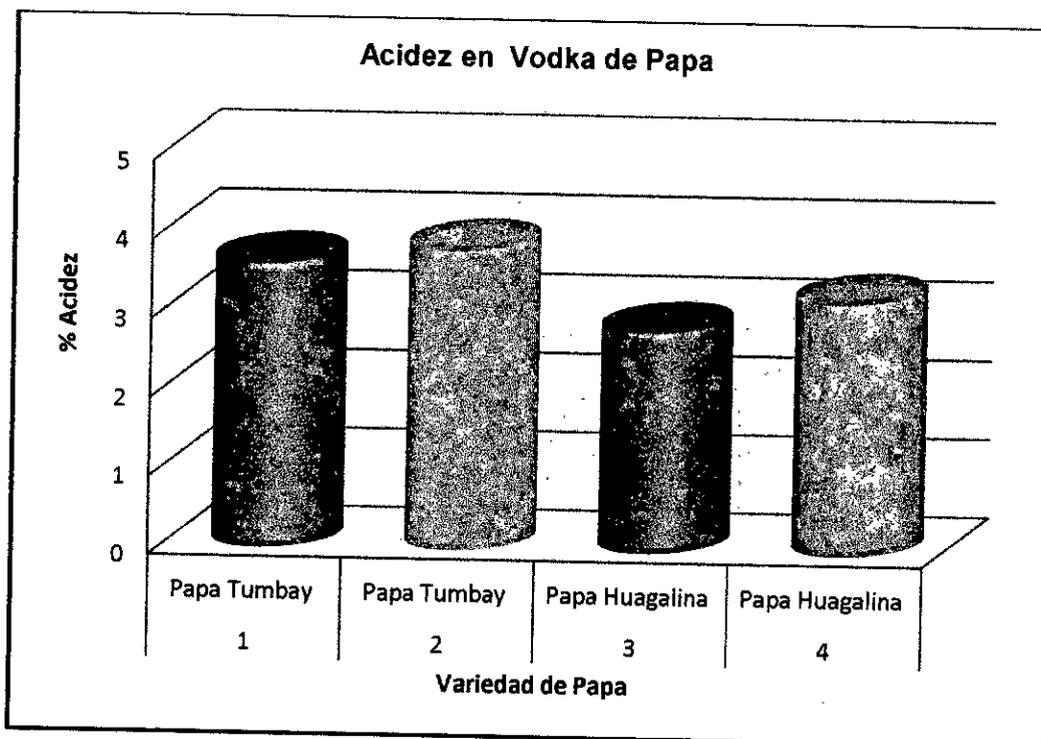


Figura 28. Acidez en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

95

Tabla 13

Aldehídos en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Aldehídos (mg/100mL)
1	Papa Tumbay	0.40
2	Papa Tumbay	0,42
3	Papa Huagalina	0,39
4	Papa Huagalina	0,41

Fuente: Elaboración propia

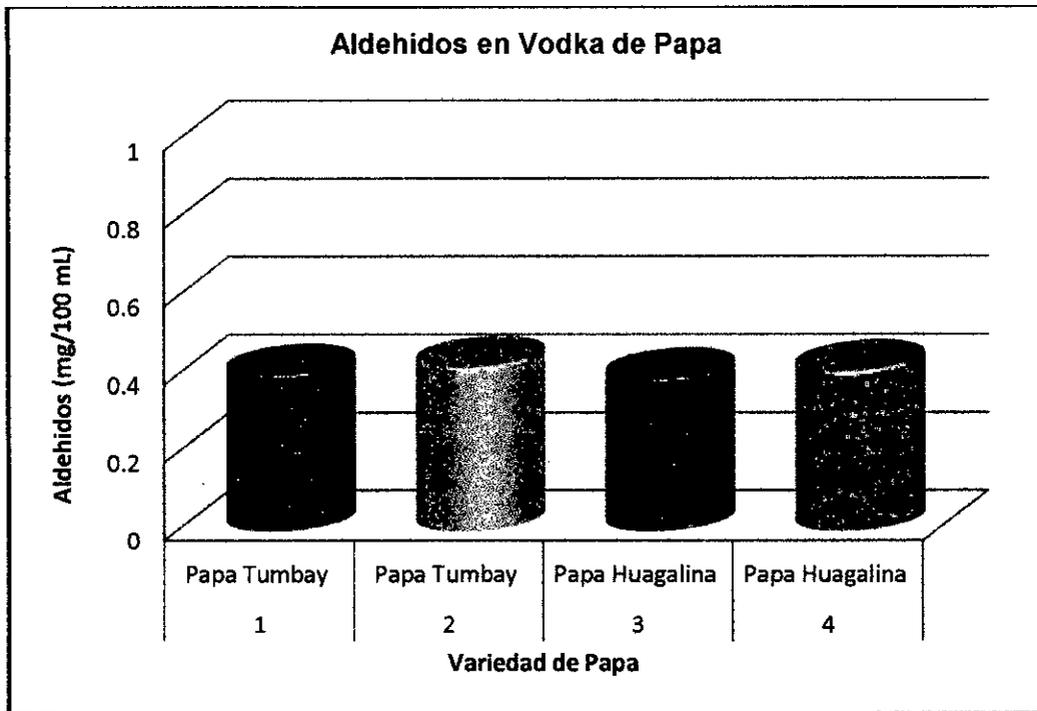


Figura 29. Aldehídos en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

95

Tabla 14

Metano en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Metanol(mg/100mL)
1	Variedad de papa Tumbay	0,02
2	Variedad de Papa Tumbay	0,03
3	Variedad de Papa Huagalina	0,03
4	Variedad de Papa Huagalina	0,02

Fuente: Elaboración propia

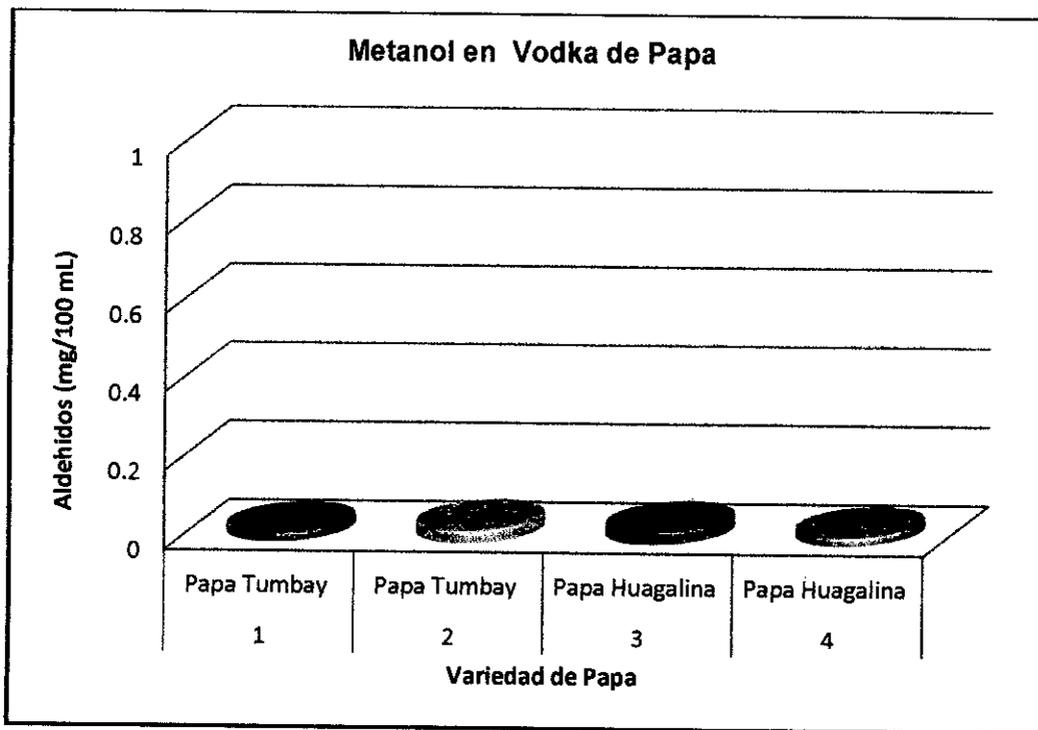


Figura 30. Metanol en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Grado de alcohol en vodka en variedades de papa

Muestras	Tipo de Muestras	Alcohol(mg/100mL)
1	Variedad de papa Tumbay	42,0
2	Variedad de papa Tumbay	42,5
3	Variedad de papa Huagalina	46,0
4	Variedad de papa Huagalina	45,7

Fuente: Elaboración propia

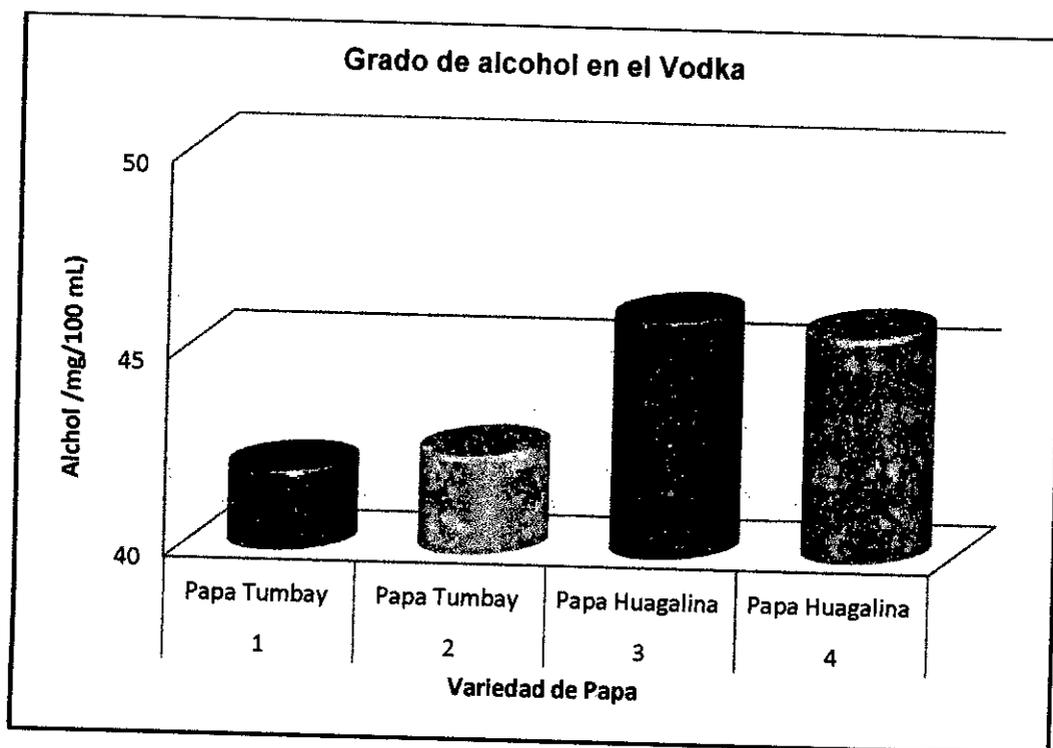


Figura 31. Grado de alcohol en vodka variedad de papa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16***Aroma en vodka en variedades de papa***

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	3	4	4	4
2	3	4	4	4
3	4	3	3	4
4	4	3	4	4
5	3	3	2	4
6	3	3	3	4
7	3	4	4	4
8	3	4	4	4
9	4	4	3	4
10	4	3	4	4
11	3	4	2	4
12	3	4	3	5
13	4	4	4	5
14	4	4	4	4
15	4	3	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	4
18	4	3	4	4
19	3	4	4	4
20	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

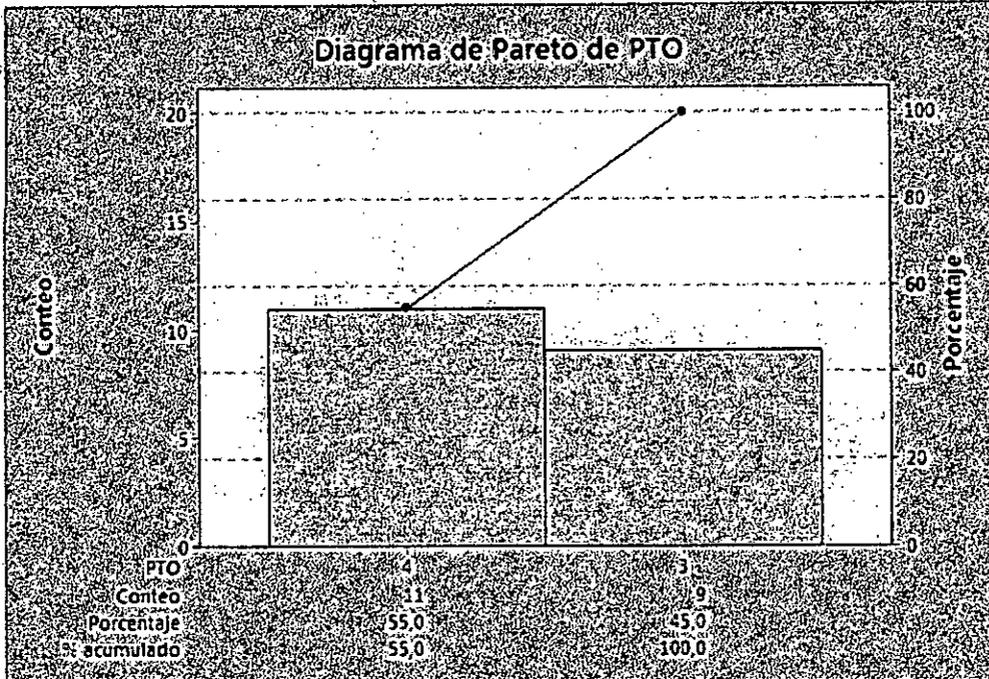


Figura 32. Aroma en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

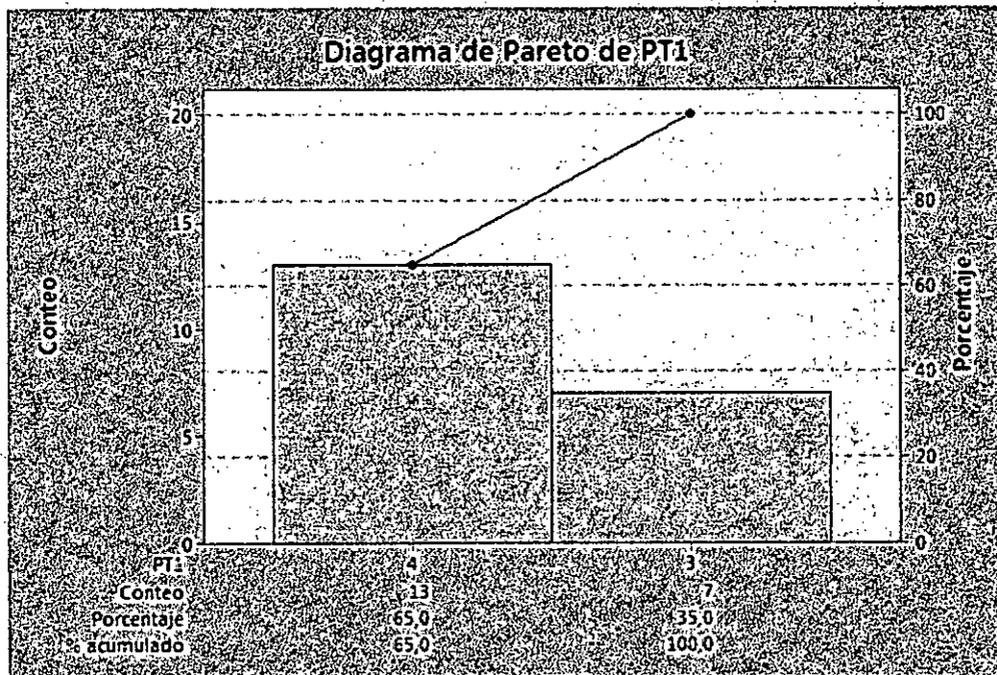


Figura 33. Aroma en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

28

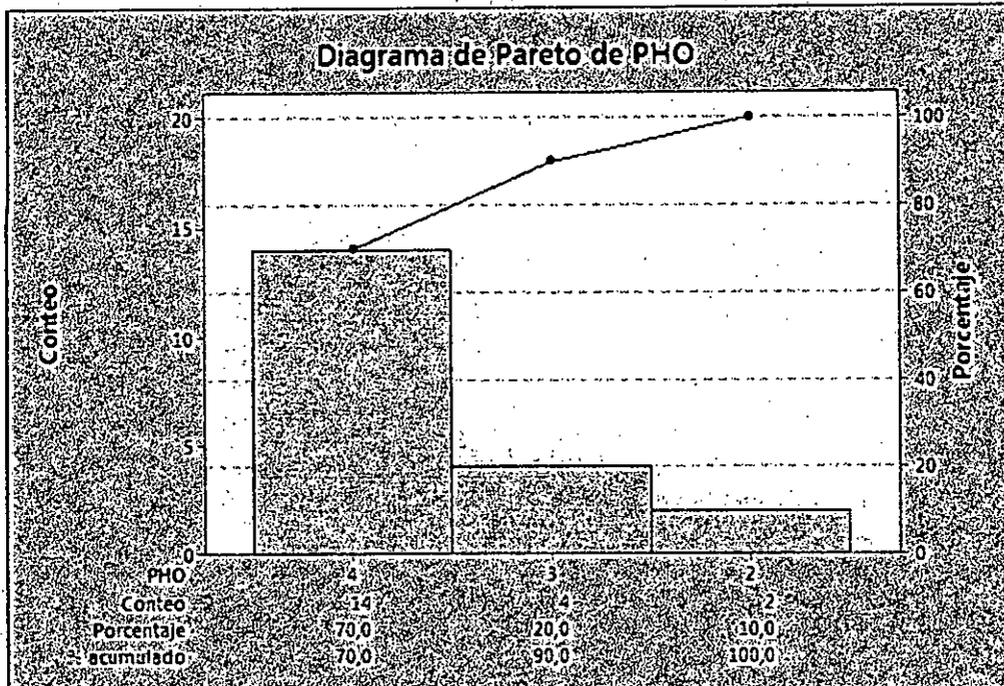


Figura 34. Aroma en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

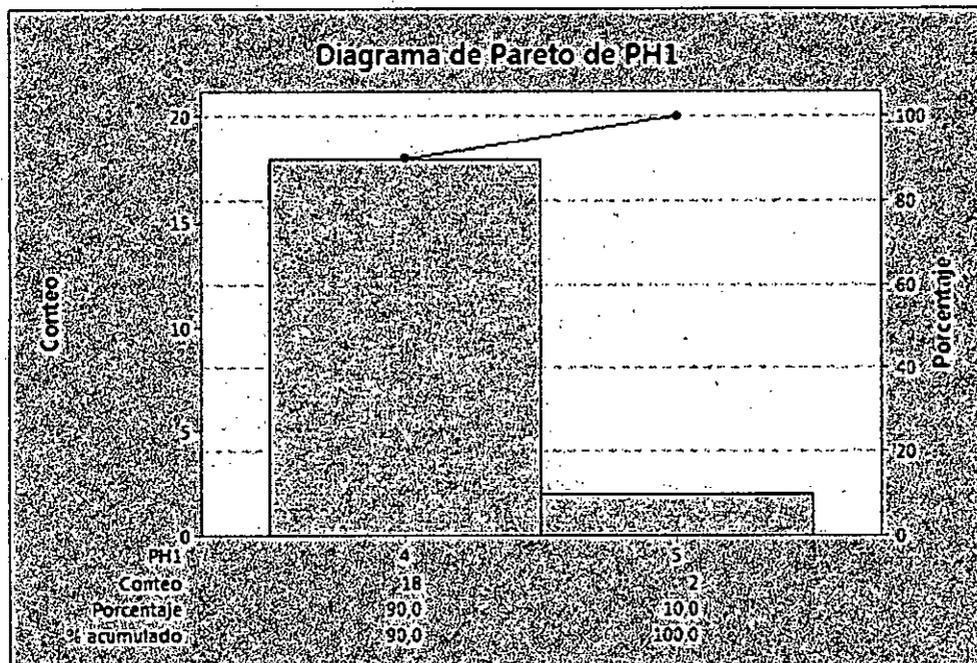


Figura 35. Aroma en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

95

Tabla 17**Color en vodka en variedades de papa**

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	5	4	5	4
2	4	4	4	4
3	4	4	4	4
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
6	4	4	4	4
7	4	4	4	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	4	4	4
12	4	4	4	4
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	4	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	4
18	4	4	4	4
19	4	5	5	4
20	4	5	5	4

Fuente: Elaboración propia

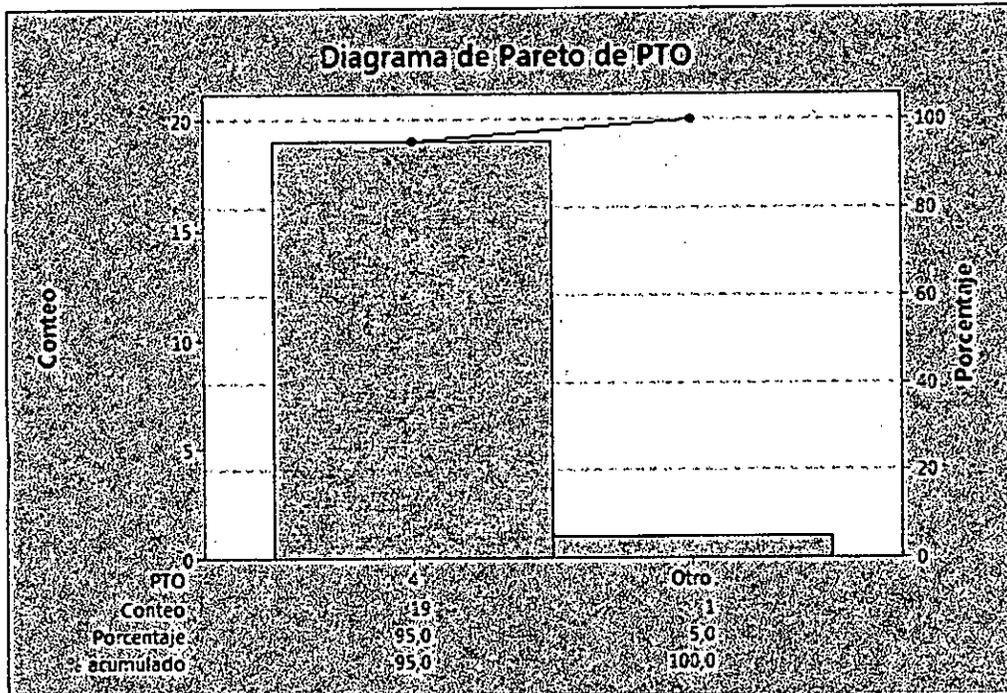


Figura 36. Color en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

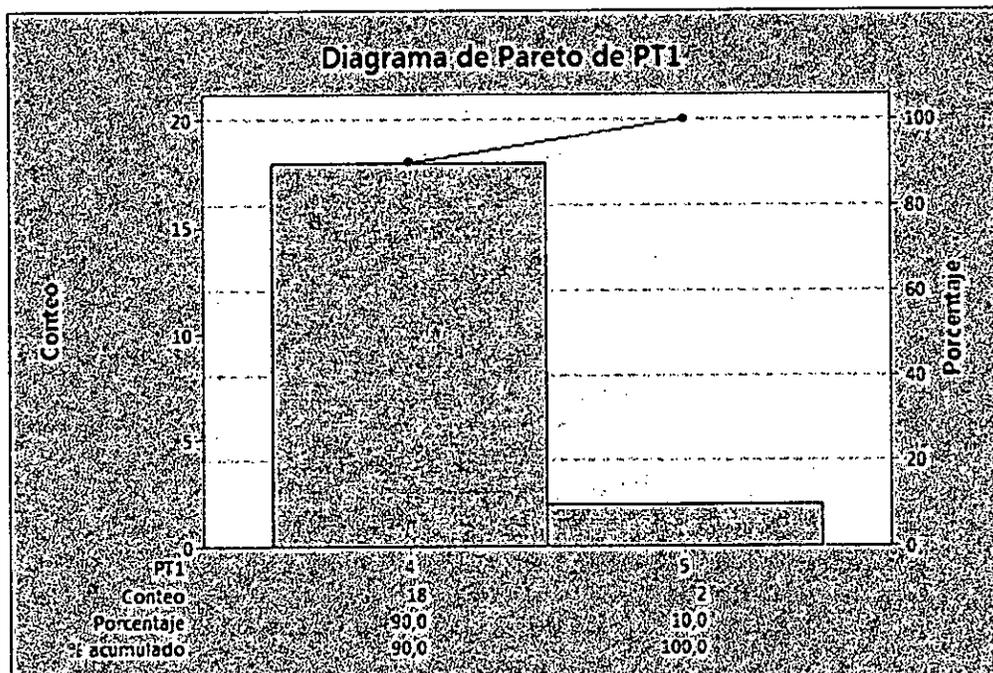


Figura 37. Color en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

Handwritten signature or mark.

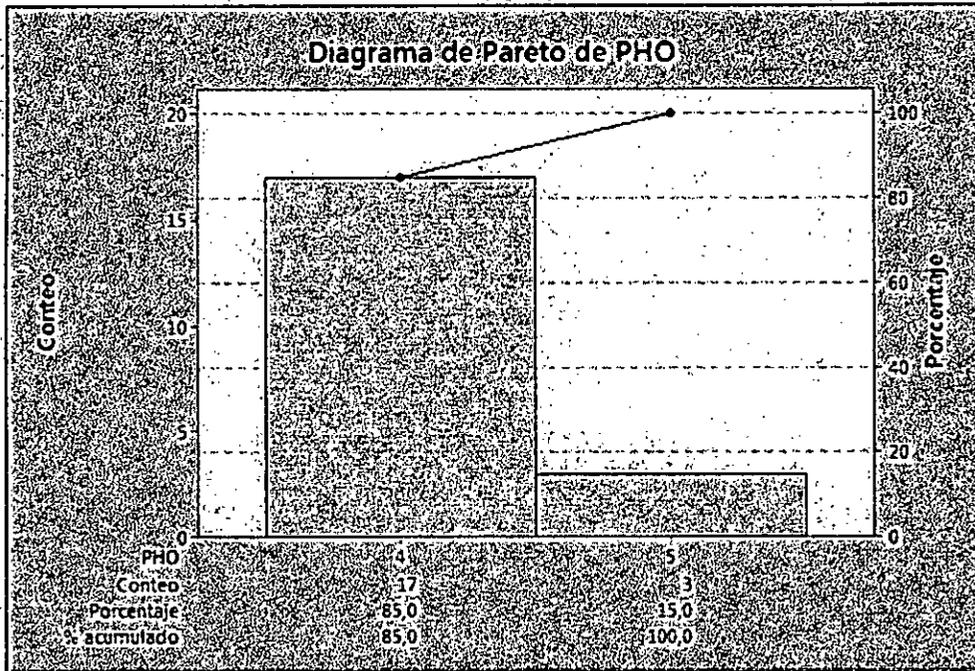


Figura 38. Color en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0
Fuente: Elaboración propia

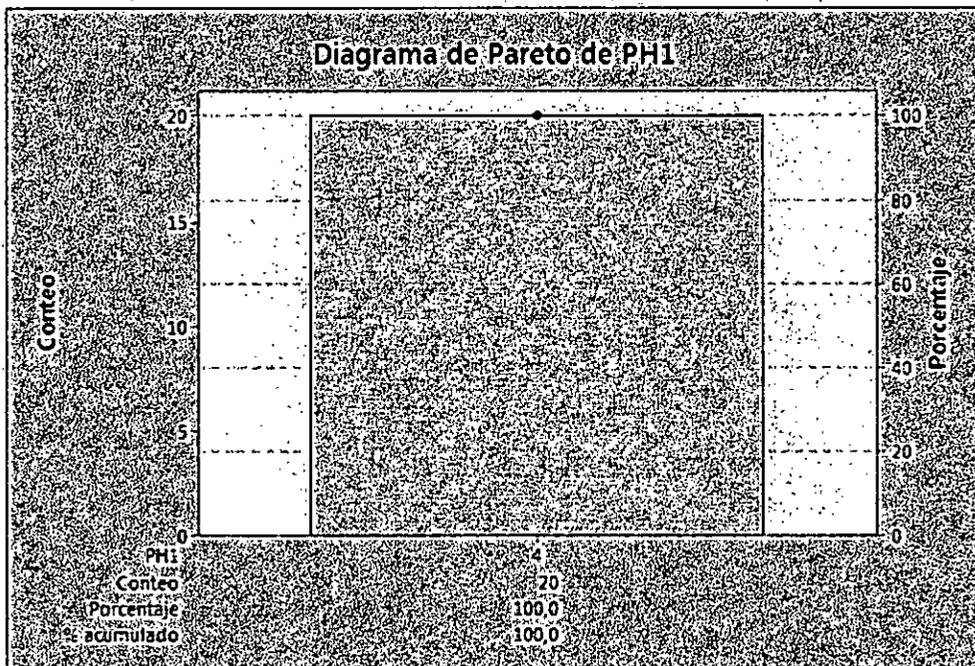


Figura 39. Color en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1
Fuente: Elaboración propia

90

Tabla 18**Sabor en vodka en variedades de papa**

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	4	5	5	4
2	2	3	3	2
3	4	3	3	4
4	4	4	4	4
5	4	3	3	4
6	4	4	4	4
7	4	3	3	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	3	3	4
12	4	3	3	4
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	3	3	4
16	3	4	4	3
17	4	4	4	4
18	4	3	3	4
19	3	4	4	3
20	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

95

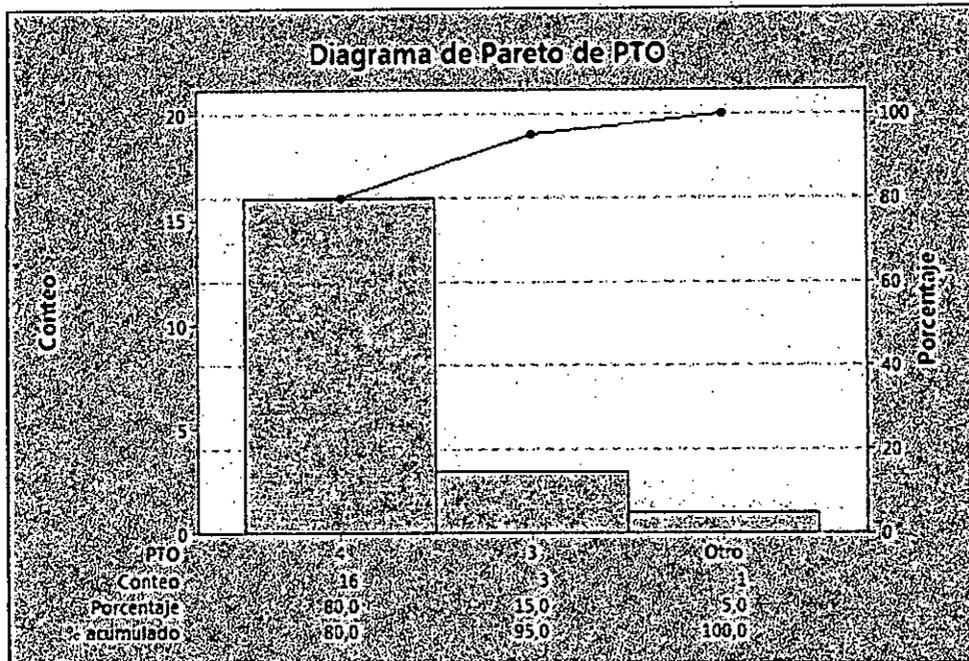


Figura 40. Sabor en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

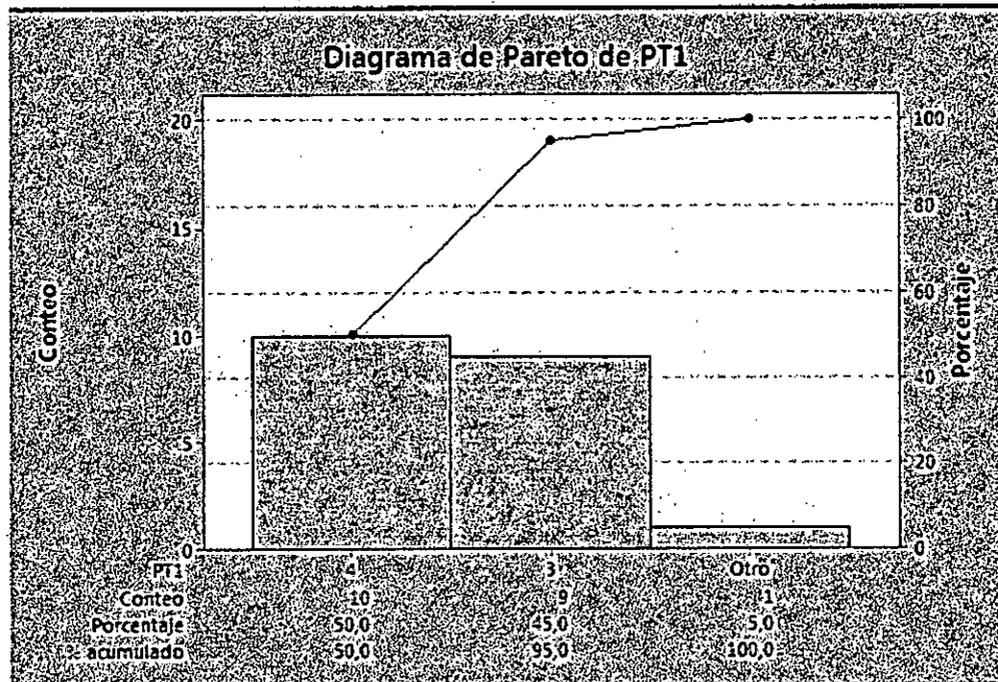


Figura 41. Sabor en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

7

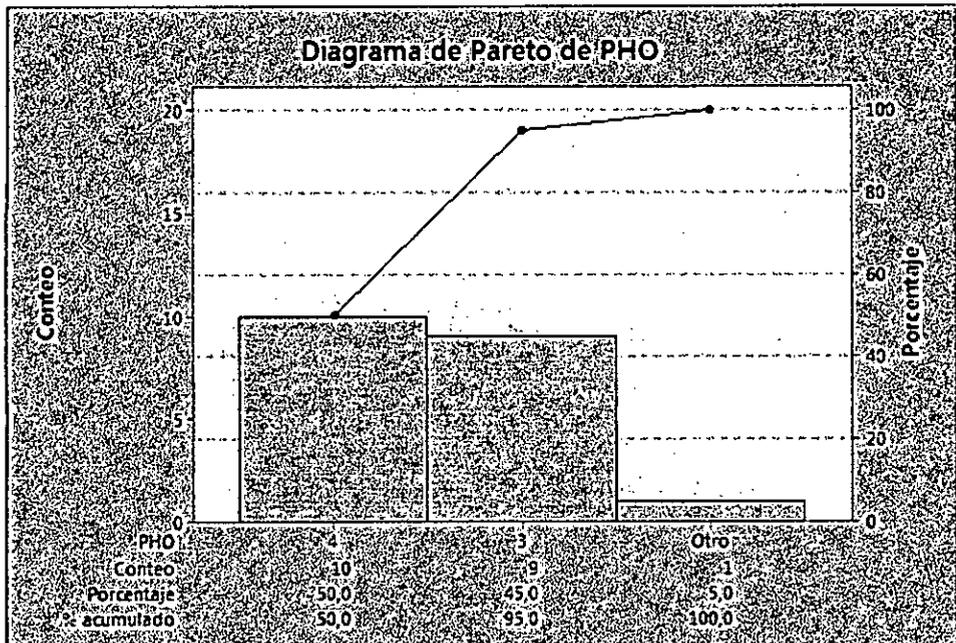


Figura 42. Sabor en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

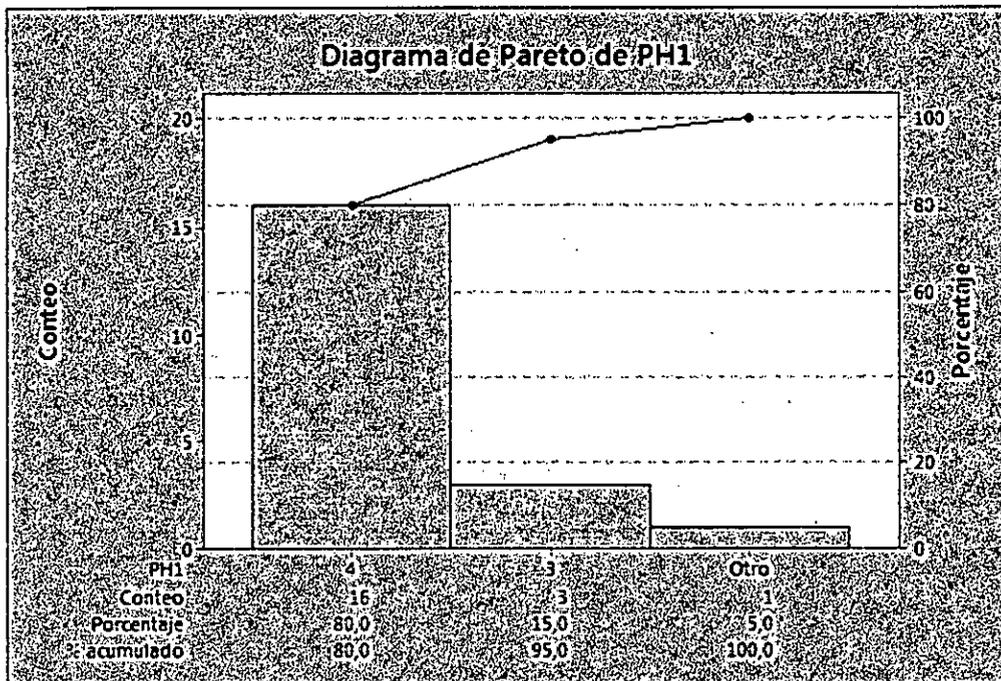


Figura 43. Sabor en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19**Aspecto en vodka en variedades de papa**

Panelistas	Tratamientos			
	PT0	PT1	PH0	PH1
1	4	4	3	5
2	4	4	4	5
3	4	4	3	3
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
6	5	5	5	5
7	4	4	5	4
8	4	4	4	4
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	4	4	5	4
12	5	5	4	5
13	4	4	4	4
14	4	4	4	4
15	4	4	3	4
16	5	5	4	5
17	5	5	5	5
18	4	4	4	4
19	4	4	3	4
20	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

g

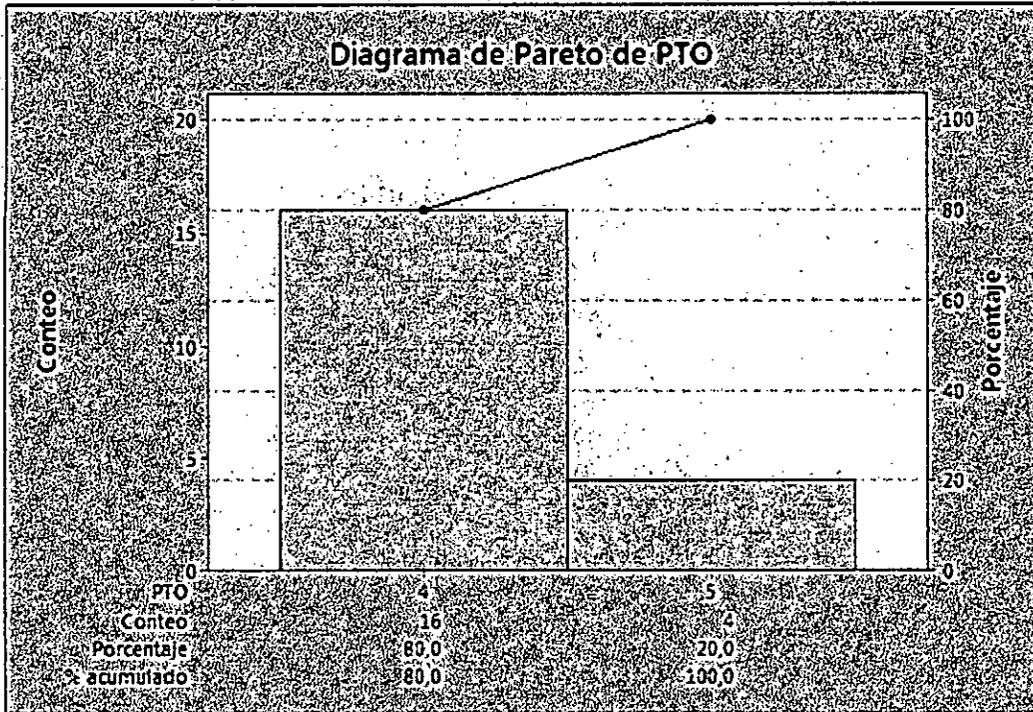


Figura 44. Aspecto en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

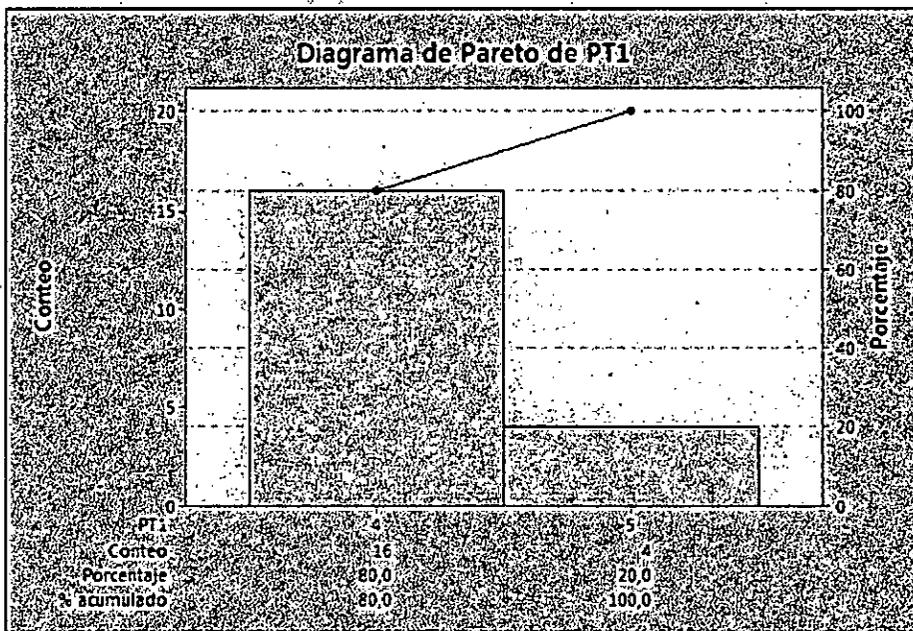


Figura 45. Aspecto en vodka de variedad de papa tumbay muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

29

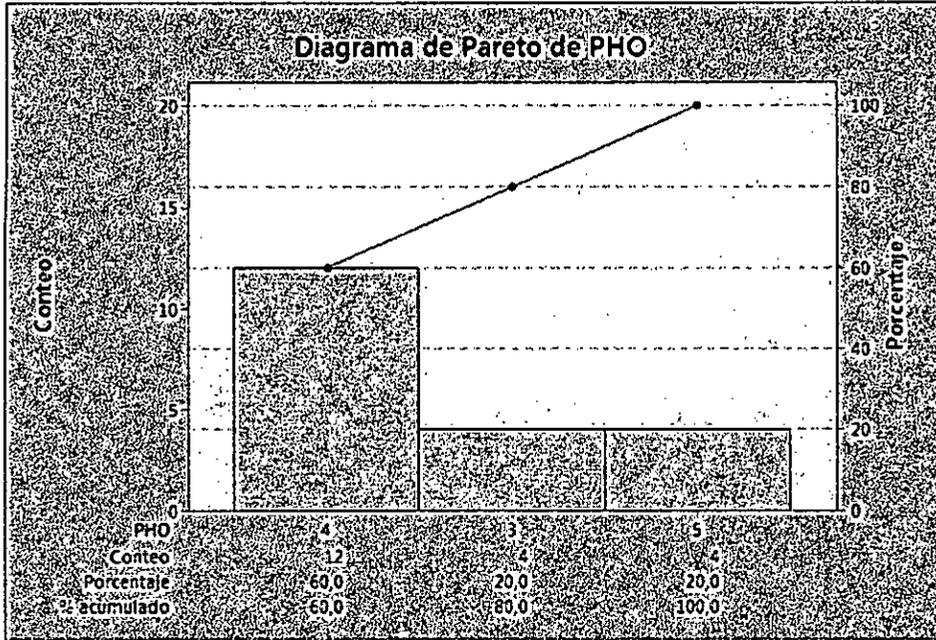


Figura 46. Aspecto en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP0

Fuente: Elaboración propia

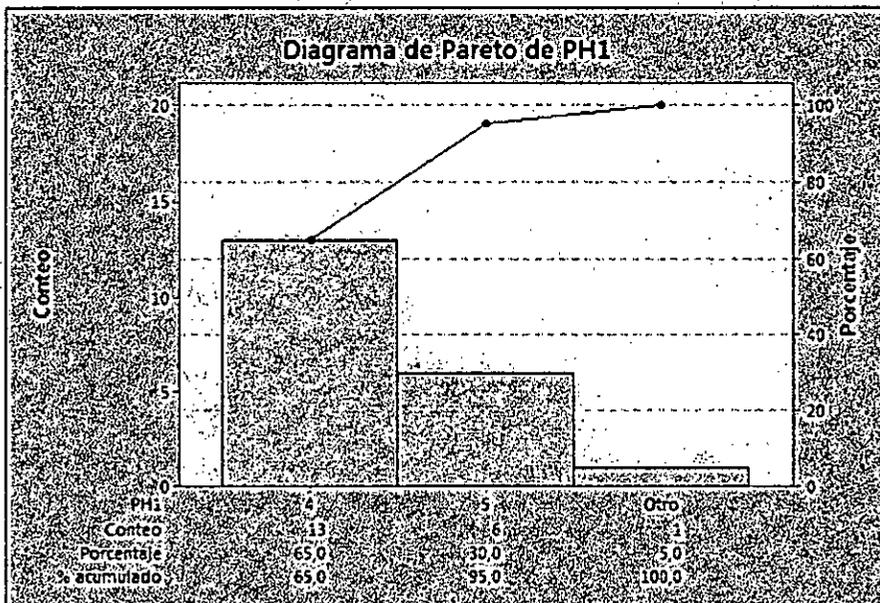


Figura 47. Aspecto en vodka de variedad de papa huagalina muestra TP1

Fuente: Elaboración propia

5

X. ANEXOS
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGIA A UTILIZAR
¿Cuál de las variedades de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay presentan mayor rendimiento del vodka mediante la hidrólisis enzimática?	Determinar cuál de las variedades de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay presentan mayor rendimiento del vodka mediante la hidrólisis enzimática	Es posible obtener vodka por hidrólisis enzimática del almidón de la papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay mediante el uso de enzima de α -amilasa	V. INDEPENDIENTE Hidrólisis enzimática del almidón de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay	<ul style="list-style-type: none"> - % Almidón de las variedades de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay. - Temperatura - Tiempo - Hidrólisis Enzimática (α-amilasa) - pH 	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de Yodo - Termómetro - Cronómetro - Titulación - Prueba de Yodo antes y después de la hidrólisis. - pH metro
			V DEPENDIENTE Rendimiento del Vodka	<ul style="list-style-type: none"> - Grado alcohólico - Acidez total - Esteres (acetato de etilo) - Aldehídos - Metanol - Pruebas organolépticas (aroma, color, sabor, aspecto) - Rendimiento de vodka 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis cromatográfico - Análisis organoléptico - Escala hedónica - Concentración de 40°GL.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA A UTILIZAR
¿Qué características físico químicas y sensorial presenta los tratamientos en estudio?	Analizar las características físico químicas y sensorial de los tratamientos en estudio.	Las características físico químicas y sensorial determinaran la calidad del Vodka	Las características físico químicas y sensorial del vodka	<ul style="list-style-type: none"> - Acidez total - Esteres - Aldehídos - Metanol - Aroma, Color, sabor, aspecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Titulación - Análisis cromatográfico - Análisis sensorial
¿Cuál será el rendimiento de Vodka según variedad de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay?	Determinar el rendimiento de Vodka según variedad de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay	El rendimiento de de Vodka según variedad de papa (Solanum Tuberosum) Huagalina y Tumbay presentan diferencias significativas	Rendimiento del Vodka	<ul style="list-style-type: none"> - Grado alcohólico - Acidez total - Esteres (acetato de etilo) - Aldehídos - Metanol - Pruebas organolépticas (aroma, color, sabor, aspecto) - Rendimiento de vodka 	<ul style="list-style-type: none"> - Titulación - Análisis Instrumental - Análisis sensorial

Tabla 1

Producción de etanol partiendo de diferentes materias primas

Materia Prima	Alcohol (litros) por 100 kg de materia prima
Patatas	11,5 – 12
Arroz	3,8
Remolacha	4,8 – 10,2
Vinos	8,15
Moras	5,0
Maleza	28,5

Fuente: Uhlman (1985).

Tabla 2

Composición química de la papa

Composición química de la parte comestible (100 g)		
Componente	Papa común	Papa criolla
Agua	76,7	75,5
Proteínas	1,9	2,5
Grasa	0,1	0,1
Carbohidratos	19,3	18,7
Fibra	1,0	2,2
Cenizas	1,0	1,0
Otros componentes (mg)		

Fuente: Terranova Editores, Producción Agrícola 2, 2001

JS

Tabla 3
Composición del almidón

Componentes	Análisis típico
Almidón, sustancia seca	79,59%
Agua	20%
Cenizas	0,3%
Arena	0,02%
Proteína	0,09%
Fosforo	0,07%
Calcio	0,03%
Hierro	0,003%

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

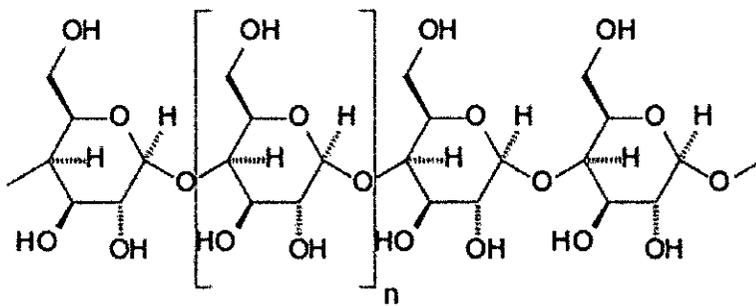


Figura 3. Amilosa

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Amilosa> (Enero 2019)

5

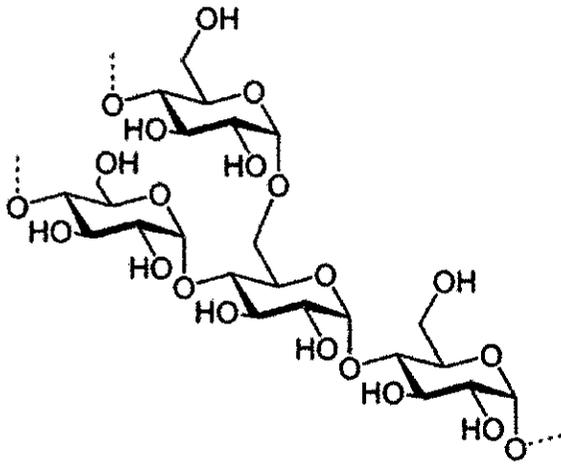


Figura 4. Amilopectina

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Amilopectina> (Enero 2019)

Tabla 4
Propiedades funcionales del almidón

Temperatura	Pasos	Fenómenos observados	Estructura
20-50/60 °C	Porción	Absorción de agua	Cristalina
50/60 °C	Gelatinización	Temperatura de gelatinización perdida de cruce de birrefringencia	Coloidal
50/60-80 °C		Hinchamiento de los granos	
80-100 °C		Dispersión y solubilización	
100-60 °C	Gelificación	Reorganización molecular	Gel
60-20 °C	Retrogradación	Reorganización molecular Re cristalización del almidón	Cristalina de la estructura inicial

Fuente: Benavides y Pozo (2008)

97

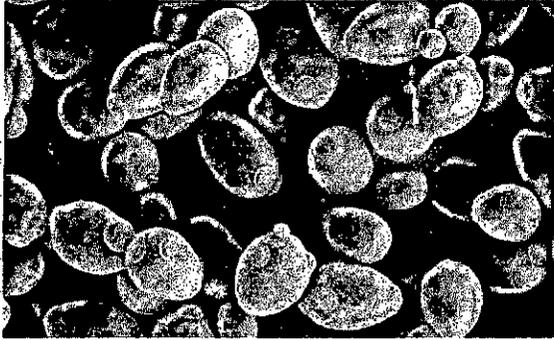


Figura 5. Levaduras *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae#/media/File:Saccharomyces_cerevisiae_SEM.jpg (Enero, 2019)

gs