UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

DESARROLLO DE UN VODKA A BASE DE PAPA (*Solanum tuberosum)* EN LA EMPRESA CAMPESINA AGROINDUSTRIAL DE LA REFORMA AGRARIA DE INTIBUCÁ (ECARAI) EN LA ESPERANZA, INTIBUCÁ

POR:

LIGIAN YANETH HERNANDEZ FIGUEROA

TESIS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

DESARROLLO DE UN VODKA A BASE DE PAPA (*solanum tuberosum*) EN LA EMPRESA CAMPESINA AGROINDUSTRIAL DE LA REFORMA AGRARIA DE INTIBUCÁ (ECARAI) EN LA ESPERANZA, INTIBUCÁ

POR:

LIGIAN YANETH HERNANDEZ FIGUEROA

ZOILA FLORES M.Sc

Asesor principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE LICENCIADA EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

COMISIÓN INTERVENTORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COORDINACIÓN CARRERA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en el Aula N° 22 de la Universidad Nacional de Agricultura: **M.Sc. ZOILA ESPERANZA FLORES HERNANDEZ, M.Sc. MARIO JOSUE GONZALES SANTOS, Lic. LIDIA MAGDALENA DIAZ PINEDA,** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **LIGIAN YANETH HERNANDEZ FIGUEROA** del IV Año de la Carrera de Tecnología Alimentaria presentó su informe.

"DESARROLLO DE UN VODKA DE PAPA (Solanum tuberosun) EN LA EMPRESA CAMPESINA AGROINDUSTRIAL DE LA REFORMA AGRARIA DE INTIBUCA (ECARAI) EN LA ESPERANZA, INTIBUCA."

El cual, a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Tecnología Alimentaria.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diez días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M.Sc. ZOILA ESPERANZA FLORES HERNANDEZ
Asesor Principal

M.Sc. MARIO JOSUE GONZALES SANTOS
Asesor Auxiliar

Lic. LIDIA MAGDALENA DIAZ PINEDA
Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Porque sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible, por permanecer conmigo en todo momento, guiar mis pasos y hacer posible este preciado sueño de mi vida.

A MIS QUERIDOS PADRES

CATALINA FIGUEROA Y ANGEL HERNANDEZ por su amor, apoyo incondicional durante toda mi vida y por el gran esfuerzo que han hecho para sacar adelante a sus hijos.

A MIS HERMANOS

MARLON ANTONIO, BANESA CAROLINA y de manera muy especial a **WALTER ODANY** (QDDG) por su amor, cariño, consejos y apoyo incondicional.

A MIS SOBRINOS

IRINA ABIGAIL PEREZ, MARLON DANIEL HERNANDEZ Y KILVER ONIEL RODRIGUEZ por su cariño y alegrar mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al **DIOS** todo poderoso por permitirme culminar esta meta e iluminarme en todas las decisiones que he tomado en mi vida

A mis padres que después de Dios son lo más importante en mi vida, por su esfuerzo, sacrificio, apoyo incondicional y estar conmigo en todo momento

A mis hermanos por motivarme, apoyarme, aconsejarme y estar para mí en todo momento

A mis amigas Katherin Banegas y Anabely Gonzales por su sincera amistad, apoyarme y estar conmigo en las buenas y en las malas durante estos cuatro años.

A mis asesores Zoila Flores M.Sc, Licda. Lidia Díaz, Lic. Francisco Sánchez y Mario Gonzales M.Sc. por su apoyo en la realización de este trabajo

A la Universidad Nacional de Agricultura y cuerpo docente, por acogerme estos cuatro años y formarme no solo académicamente, sino también, como persona.

CONTENIDO

pág.

ACTA DE SUSTENTACION……...i

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO.....iii

CONTENIDO iv

LISTA DE TABLAS.....vii

LISTA DE FIGURAS.....viii

LISTA DE ANEXOS.....ix

RESUMEN x

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 3

2.1. Objetivo General.....3

2.2. Objetivos Específicos 3

III. REVISIÓN DE LITERATURA 4

3.1 Generalidades de la papa 4

3.1.1 El origen de la papa.....4

3.2 Cultivo de papa en Honduras.....4

3.2.1 Clasificación.....5

3.2.2 Selección 5

3.3 Importancia nutricional de la papa.....5

3.3.1 Contenido nutricional de la papa.....6

3.4 Almidón 6

3.4.1 La amilosa 7
3.4.2 La amilopectina 7
3.5 Deshidratación 7
3.6 Deshidratación osmótica 8
3.6.1 Solución Osmótica 8
3.7 El vodka 9
3.7.1 Historia del vodka 9
3.8 Hidrolisis 10
3.9 Fermentación alcohólica 11
3.9.1 Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica 11
3.10 Las levaduras 13
3.11 Destilación 13
3.12 Calidad del vodka 14
IV. MATERIALES Y METODO 15
4.1 Ubicación del área de estudio 15
4.2 Materia prima 15
4.2.1 Insumos 15
4.3 Metodología 16
4.3.1 Extracción del almidón 16
4.3.2 Preparación de la solución osmótica 16
4.3.3 Secado 16
4.3.4 Determinación de humedad 17
4.3.5 Rendimiento del almidón 17
4.3.6 Hidrolisis ácida 17
4.3.7 Porcentaje de sólidos solubles 18

4.3.8 Prueba de tinción 18
4.3.9 Fermentación alcohólica 18
4.3.10 Destilación 19
4.3.11 Rendimiento de vodka 19
4.4 Evaluación sensorial 20
4.5 Análisis estadístico y diseño experimental 20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21
5.1 Extracción del almidón 21
5.2 Secado 22
5.3 Determinación de humedad 23
5.4 Rendimiento del almidón 23
5.5 Hidrolisis acida 23
5.5.1 Solidos solubles 23
5.5.2 Prueba de tinción 25
5.8 Rendimiento del vodka 26
5.8.1 Volumen del destilado 26
5.8.2 Grado alcohólico 27
5.9 Evaluación sensorial 28
5.9.1 Comparación con productos comerciales 28
VI. CONCLUSIONES 29
VII. RECOMENDACIONES 30
VIII. BIBLIOGRAFÍA 31
ANEXOS 35

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Clasificación comercial de la papa 5
Tabla 2. Composición nutricional de la papa 6
Tabla 3. Matriz de las combinaciones de los niveles del diseño experimental 2^2 20
Tabla 4. Prueba de yodo después de la hidrólisis 25

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Almidón obtenido 21
Figura 2. Secado del almidón. 22
Figura 3. Porcentaje de solidos solubles..... 24
Figura 4. Volumen del destilado en los cuatro tratamientos. 26
Figura 5. Grado alcohólico en los cuatro tratamientos..... 27
Figura 6. Comparación de las muestras..... 28

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo 1. Resultados del secado 36
Anexo 2. Cálculo de la humedad del almidón 36
Anexo 3. Cálculo de rendimiento del almidón 37
Anexo 4. Resultados del porcentaje de solidos solubles 37
Anexo 5. Resultados del volumen del destilado 37
Anexo 6. Resultados de grado alcohólico 38
Anexo 7. Formato de prueba sensorial de comparación pareada 39
Anexo 8. Hoja maestra 40
Anexo 9. Tabulación de datos 41
Anexo 10. Flujo de proceso de elaboración del vodka de papa 42

Hernandez Figueroa L. 2018. Desarrollo de un vodka a base de papa (*solanum tuberosum*) en la empresa campesina agroindustrial de la reforma agraria de Intibucá (ECARAI) en la esperanza, Intibucá. Práctica profesional supervisada, Lic. Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho Honduras. 42 pág.

Palabras clave: hidrólisis ácida, almidón, sólidos solubles, grado alcohólico

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la en la Ciudad de La Esperanza, Intibucá, donde hay una alta producción de papa por lo que existe la necesidad de elaborar nuevos subproductos para aprovechar al máximo la disponibilidad de materia prima. La finalidad fue desarrollar un vodka a base de papa *(Solanum tuberosum)* utilizando ácido sulfúrico, ácido cítrico y dos concentraciones de almidón. Para lo que se realizó la extracción del almidón mediante una deshidratación osmótica y posteriormente secado y molido del mismo, los tratamientos hidrolíticos fueron aplicados en concentraciones de almidón 160 y170 g/lt, se llevó la solución hasta un pH de 0.8 utilizando ácido cítrico y sulfúrico, se mantuvo una temperatura de 100-120°C por 6 horas, durante la fermentación se utilizó dos gramos de levaduras por litro de mosto a 15 °Brix y temperaturas cercanas a 30°C, la destilación se realizó a temperaturas abajo de 85°C y el análisis sensorial se desarrolló mediante una degustación haciendo una comparación con un producto del mercado para determinar la aceptación del vodka con un panel 30 jueces no entrenados. Los resultados muestran que los tratamientos hidrolíticos son efectivos en la conversión del almidón en azucares fermentables de acuerdo con las pruebas de tinción las cuales no mostraron presencia de almidón después de la hidrólisis y el aumento de °Brix, el rendimiento del almidón fue de 15.07% con una humedad de 5.69% en 10 horas, se determinó los grados alcohólicos y volumen en donde el tratamiento 4 (170g/lt+ácido sulfúrico) mostró mejores resultados con valores de 62.17° y 86ml. Con la concentración de 170g/lt de almidón se obtuvo mayor porcentaje de grados Brix, se determinó que el T4 mostró mejores resultados en cuanto a volumen, grado alcohólico y rendimiento, mediante un análisis sensorial fue aceptado por los consumidores como una nueva alternativa.

I. INTRODUCCIÓN

El vodka es una 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 patata y melaza (Benavides & Pozo, 2008).

En Honduras existe gran producción de papa, especialmente en el departamento de Intibucá y en las zonas altas del departamento de Ocotepeque, entre las variedades que se producen están Arnova, Bellini y Provento, estas pueden ser utilizadas para la obtención de vodka, esto se logra a través de un proceso de fermentación alcohólica, a partir de la gelatinización del almidón, posterior hidrólisis del mismo para producir cadenas más pequeñas de carbohidratos con la ayuda de la enzimas o por acción de ácidos, y la actuación de la levadura sobre el sustrato que hacen que se produzca alcohol al consumirse el azúcar presente en el mosto (Silva, 2010).

En el campo agroindustrial se considera la posibilidad de dar una nueva alternativa de industrialización a la papa, con la fabricación de una bebida alcohólica destilada (Vodka), permitiendo que sea más atractivo para el consumidor, ya que existe una gran demanda de bebidas alcohólicas. Esto permite brindar valor agregado, lo que ayuda al agricultor a cubrir la inversión en el cultivo y generar un margen de utilidad.

Dentro de la problemática que tiene la empresa está el descarte de papa lo que genera pérdidas económicas ya que esa papa en un 70% se puede aprovechar y se comercializa localmente a precios muy bajos, es por eso que la presente investigación tiene como objetivo principal elaborar una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de papa (*Solanum tuberosum*). Para lo cual se hizo la extracción del almidón, posteriormente se sometió a un proceso de

hidrólisis, por acción acida utilizando dos tipos de ácidos (ácido sulfúrico y ácido cítrico) y dos concentraciones de almidon, para una posterior fermentación del mosto por medio de levaduras, y finalmente una destilación para obtener una bebida con un elevado contenido alcohólico.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Desarrollar un vodka a base de papa *(Solanum tuberosum)* utilizando dos tipos de ácido y diferentes concentraciones de almidón.

2.2.Objetivos Específicos

Evaluar la acción hidrolítica de dos tipos de ácido (H_2SO_4 y ácido cítrico), sobre la conversión del almidón en azucares fermentables.

Analizar el efecto de la concentración de almidón (160 y 170 g/lt), sobre el porcentaje de sólidos solubles.

Evaluar mediante análisis sensorial la aceptación del vodka en el mercado.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades de la papa

El nombre científico de la papa es *Solanum tuberosum*, nombre dado por el botánico europeo Luizo Gaspond Baukin en 1596. Pertenece a la familia de las solanáceas junto con el tomate, chile, berenjena, tabaco y alrededor de 2700 especies más (Toledo, 2011).

3.1.1 El origen de la papa

La papa se cultiva desde hace ocho mil años y su lugar de origen ha sido muy discutido. En este momento hay certeza que proviene de la región andina, probablemente de Perú, y, también, de la isla Chiloé, ubicada al sur de Chile. En el siglo XVI, los colonizadores españoles introducen la papa en Europa. A partir de ese momento el cultivo de papa se expande por el hemisferio norte, durante la Revolución Industrial, a convertirse en un alimento fundamental para los obreros, cuyas largas jornadas laborales requerían gran aporte de energía. En la actualidad la papa es un alimento que se consume en todo el mundo (Borba, 2008).

3.2 Cultivo de papa en Honduras

El cultivo de la papa en Honduras tiene un fuerte impacto social ya que genera unos 5,800 empleos permanentes es la principal fuente de riqueza de las comunidades donde se desarrolla el cultivo. De acuerdo a datos obtenidos en el 2008, Honduras siembra unas 2,900 mz del cultivo de papa al año. Las zonas productoras se concentran básicamente en el altiplano del departamento de Intibucá y en las zonas altas del departamento de Ocotepeque (Toledo, 2011).

3.2.1 Clasificación

La papa normalmente se clasifica para la comercialización en cuatro categorías (tamaños) dependiendo del mercado donde va, estas son:

Tabla 1. Clasificación comercial de la papa

Clasificación	Peso aproximado del tubérculo
Súper	>1 lb. (>16 oz.)
Primera	0.25 a 1.0 lb. (4 a 16 oz.)
Segunda	0.06 a 0.25 lb. (1 a 4 oz.)
Tercera	<0.06 lb. (<1 oz.)

Fuente: FHIA (2008).

3.2.2 Selección

La selección depende del mercado destino. Si dicho mercado está formado por distribuidores y supermercados, se debería descartar los tubérculos que presentan coloración verde, pudrición, daños mecánicos, plagas de suelo, peladuras, papas pequeñas, mal formadas y rajadas, entre otros. Si el mercado destino es local o tradicional, el producto se aprovecha al máximo y solo se descartan los tubérculos podridos, verdes o demasiado pequeños (Theodoracopoulos, Arias, & Avila, 2008).

3.3 Importancia nutricional de la papa

La papa (*Solanum tuberosum*) constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción, a nivel mundial, es de unos 320 millones de toneladas por año. Esta cantidad tiende a aumentar mientras que la de los otros tres alimentos más consumidos, maíz, trigo y arroz, va decreciendo. Su cultivo se encuentra presente en más de cien países. Entre ellos, los

de América del Norte y Europa vienen siendo de los mayores productores, aunque en las últimas décadas hubo un crecimiento extraordinario de estas plantaciones en Asia, África y América Latina (Borba, 2008).

3.3.1 Contenido nutricional de la papa

Según Toledo (2011), la planta de papa provee alimento nutritivo más rápidamente que cualquier otro cultivo. El 85 % de la planta es alimento para el hombre. La papa es rica en carbohidratos, baja en grasa y, si se consume con todo y piel, es buena fuente de vitaminas C, B1, B3, B6; hierro, potasio, fósforo, magnesio, folato, ácido pantoténico, riboflavina y antioxidantes. 150 gr de papa con todo y piel provee cerca de la mitad del requerimiento de vitamina C de un adulto.

Tabla 2. Composición nutricional de la papa

Componente	Contenido
Agua	72-75%
Almidón	16-20%
Proteínas	2-2.5%
Fibra	1-1.8%
Ácidos grasos	0.15%

Fuente: Toledo (2011).

3.4 Almidón

Este carbohidrato ha sido parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, además de que se le ha dado un gran número de usos industriales. Después de la celulosa, es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial.

Se encuentra en los cereales, los tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética. Su concentración varía según el estado de madurez de la fuente (Fennema, 2000).

Según Torres (2007), desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina.

3.4.1 La amilosa

Es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α-(1,4), que establece largas cadenas lineales con 200-500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α-D-(1,4)-glucana, cuya unidad repetitiva es la a-maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal.

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 (Benavides & Pozo, 2008).

3.4.2 La amilopectina

Se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol, las ramas están unidas por enlaces α-(1,6), localizados cada 15-20 unidades lineales de glucosa (Torres, 2007).

3.5 Deshidratación

La deshidratación o el desecado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de alimentos a través de la historia. Muy antiguamente, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, mediante prueba y error, para tener alimentos en épocas

de escasez. Comercialmente esta técnica, que convierte alimentos frescos en deshidratados, añade valor agregado a la materia prima utilizada, bajan los costos de transporte, distribución y almacenaje por la reducción de peso y volumen del producto que produce. La deshidratación comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes, etc.) (De Michels & Ohaco, 2015).

3.6 Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica es una técnica de deshidratación parcial de alimentos que consiste en la inmersión de los mismos en soluciones acuosas de solutos (azucares y/o sales) de alta presión osmótica. La fuerza impulsora requerida para el flujo del agua es la diferencia del potencial químico entre la disolución y el fluido intracelular. Si la membrana celular es perfectamente semipermeable, el soluto es capaz de difundir hacia el interior de las células, el fenómeno presenta dos procesos simultáneos en contracorriente: el movimiento de agua desde el alimento hacia la solución hipertónica, en el que se pueden arrastrar algunos componentes disueltos del alimento junto con el agua extraída y por otro lado, la impregnación del alimento con los solutos que provienen de la solución (Della Rocca & Mascheroni, 2011).

El proceso de deshidratación osmótica (OD) es frecuentemente aplicado para conservar la calidad de frutas y hortalizas, sin tener pérdidas considerables en compuestos aromáticos, además de que puede ser utilizada como una operación previa en el secado y la liofilización, reduciéndose así los costos energéticos (Genia, 2002).

3.6.1 Solución Osmótica

Las soluciones osmóticas consisten en disoluciones concentradas de solutos, donde la elección de éstos se basa en las características sensoriales del producto, el coste del soluto y la masa molecular del mismo. La solución osmótica que se usa para deshidratar el producto

debe ser ricas en solutos que depriman la actividad de agua del mismo, y que genere una diferencia de presión osmótica entre el producto a deshidratar y la solución. Por lo general, el agente osmótico debe tener una alta solubilidad, un alto poder depresor de la actividad de agua y características organolépticas compatibles con el alimento (Lerici *et al.*, 1985).

3.7 El vodka

Es una bebida alcohólica de origen ruso. Es obtenida mediante la disolución con agua de alcohol etílico o etanol, 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 (Benavides & Pozo, 2008).

3.7.1 Historia del vodka

Según López *et al*. (2014), el vodka era preparado inicialmente para uso médico, se utilizaba para desinfectar y como anestésico rudimentaria. A excepción de cantidades insignificantes de condimentos, consta únicamente de agua y etanol. Se produce atraves de la fermentación de granos y otras plantas ricas en almidón, como el centeno o patata. En un principio solo era elaborada en Moscú, por lo que hasta el siglo XVIII el vodka se llamó moscovita. El vodka fue de baja calidad hasta la aparición de la Emperatriz Caterina II, quien notó que los beneficios de esta industria tan provechosa eran muy escasos. Entonces permitió la elaboración de vodka en las fincas de los nobles. Aquí es cuando aparece la bebida de pureza cristalina y altísima calidad. En una de aquellas fábricas pequeñas se inventó el método de depuración del vodka mediante el uso de carbón vegetal.

Se dice que la intención, era conseguir una concentración de alcohol tan elevada que el producto no pudiese congelarse fácilmente, en razón de que el alcohol se congela a temperaturas más bajas que el agua; pero es en Rusia, donde la elaboración de vodka ha obtenido por primera vez su base científica de las investigaciones del famoso químico ruso

“Dimitry Mendeleev”, quien estableció que el mejor grado alcohólico para el vodka es 40°, y como demostración de su modelo científico, Mendeleev creo la fórmula del Vodka Moskóvskaya, La cual se queda en la historia de los vodkas, como vodka modelo. En 1894 el gobierno de Rusia certifico el vodka Mendeleivskaya que recibió el nombre de Moskovskaya Especial (López, Pérez, & Valenzuela, 2014).

El vodka producido en Rusia generalmente contiene 40% de alcohol y el que producen en Polonia alcanza los 45° de graduación alcohólica. Actualmente la graduación típica oscila entre 37.5% y 42% en vodkas ordinarios (hasta 70% en algunas especialidades rusas), por lo que su aporte calórico al organismo por cada 100g es de 315kcal. La importancia de la graduación depende sobretodo de que se tome solo o mezclado con otros líquidos (Escudero, Pazmiño, & Jirón).

El origen de la comercialización del alcohol puro e insípido denominado vodka está ligado a la marca Stolichnaya y se popularizo al final de la II guerra mundial, se vendía inicialmente como “whisky blanco”, y su eslogan era “sin gusto ni olor”. Luego de la II guerra mundial en vodka dejo de ser un producto exclusivo de Rusia, Polonia, Ucrania, países esclavos y bálticos; comenzó a producirse en países occidentales, principalmente en Estados Unidos y su consumo se fue extendiendo mundialmente. En la primera década del siglo XXI han surgido nuevas tendencias en materia de vodka, por un lado la aromatización del vodka con diversos sabores (cítricos, diversas frutas, vainilla, pimienta, etc.), por otro lado la aparición de vodkas de alta gama y precios relativamente elevados (López, Pérez, & Valenzuela, 2014).

3.8 Hidrolisis

Industrialmente la hidrolisis se realiza por métodos enzimáticos o con soluciones de ácidos, como, el ácido clorhídrico o sulfúrico y se aplica calor para facilitar el rompimiento de los enlaces glucosídicos, obteniendo como productos jarabes de maíz, mezcla de dextrinas, maltosa, glucosa, dextrinas, glucosa y almidón modificado. Esta modificación da como

resultado que el almidón forme geles de gran claridad y muy fuertes y soluciones de gran viscosidad (Fennema, 2000)**.**

El grado de hidrólisis y la velocidad del proceso dependen de muchos factores, entre otros del pH, de la temperatura, de la concentración de biomasa hidrolítica, del tipo de materia orgánica y del tamaño de partícula (Rivera & Canizales, 2004).

3.9 Fermentación alcohólica

La obtención del vodka se logra a través de un proceso de fermentación alcohólica, a partir de la gelatinización del almidón, posterior hidrólisis del mismo para producir cadenas más pequeñas de carbohidratos con la ayuda de la enzima alfa amilasa o la utilización de ácido clorhídrico o sulfúrico, y la actuación de la levadura sobre el sustrato que hacen que se produzca alcohol al consumirse el azúcar presente en el mosto (Silva, 2010).

Es necesario controlar el pH y ºBrix del mosto para comprobar que el proceso siga su curso normal y que los azúcares presentes siguen una correcta transformación a alcohol. Una vez obtenidas las características deseadas, tanto cualitativas como cuantitativas se procede a una destilación y última filtración para obtener como producto final el vodka. Al momento de la adecuación del mosto es necesario contralar los ºBrix del mismo (20ºBrix, máximo 25ºBrix), pues si aumentan o disminuyen de este rango las levaduras no crecen y se inhiben, eliminando por completo el proceso fermentativo (Alqueres & Praca, 2008).

3.9.1 Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica

Según Benavides *et al.* (2008), los factores que se deben tener en cuenta para que la fermentación se lleve a cabo en condiciones óptimas son:

A. Cultivo iniciador

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.

B. pH del mosto

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.

C. Cantidad de oxígeno

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 establecen las condiciones anaerobias.

D. 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. 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.

E. Temperatura

La influencia de la temperatura sobre el desarrollo de la fermentación alcohólica es relativamente compleja. 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.

3.10 Las levaduras

Saccharomyces cerevisiae es la especie de levadura utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un microorganismo de fácil manipulación y recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta un alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajos niveles de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azucares (Buitrago & Tenjo, 2007).

El etanol es producto del metabolismo anaeróbico de esta levadura y es parte de su metabolismo energético, en los procesos de fermentación los valores de pH deben ser controlados entre 4.5 y 6.5, la temperatura de crecimiento de la mayoría delas levaduras está comprendida entre 5°C y 37°C. El valor óptimo se sitúa hasta los 28°C (Uribe Gutiérrez, 2007).

3.11 Destilación

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

Los grados alcohólicos del Vodka se encuentran entre 40% y 70%, esto depende de la pureza y calidad de este producto, al igual depende de las veces que éste ha sido destilado, el vodka común y más comercial se lo destila dos veces, pero existen aquellos que han sido destilados hasta nueve veces y posterior a esto se filtra el licor para eliminar cualquier tipo de impurezas presentes en el líquido. (Carmona, 2008).

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 (Benavides & Pozo, 2008).

3.12 Calidad del vodka

Según el Parlamento Europeo y del Consejo en su Reglamento (CE) (2008), estas son algunas características que determinan la calidad del vodka.

- Contenido Alcohólico: 37,5% +/- 0,3% Vol.
- Capacidad (20ºc): 1000 Ml. +/- 4,5 Ml.
- Extracto Seco: 0 - 1,5 G/Hl A.A.
- Metanol: < 10 G/Hl A.A.
- Acidez Total (Expresado En Ácido Acético): 0 - 1,5 G/Hl A.A.
- Esteres (Expresado En Acetato Etilo): 0 - 1,3 G/Hl A.A.
- Aldehídos (Expresado En Acetaldehído): 0 - 0,5 G/Hl A.A.
- Furfural: No Detectable. Alcoholes Superiores: 0 - 0,5 G/Hl A.A.
- Características Organolépticas: Aroma Suave Con Toques Herbáceos

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la Empresa Campesina Agroindustrial de la Reforma Agraria de Intibucá (ECARAI) con apoyo del proyecto Alianza para el Corredor Seco (ACS-USAID).

4.2 Materia prima

Papa (*Solanum tuberosum*) variedad Bellini, se obtuvo de la empresa ECARAI. Para el experimento se seleccionaron tubérculos libres de cualquier daño mecánico, infección de insectos o patógenos.

4.2.1 Insumos

Se utilizó ácido sulfúrico y ácido cítrico para hidrolizar el almidón de papa, adicionándolo gradualmente hasta alcanzar un pH de 0.8, levaduras **(***Saccharomyces cerevisiae*), la cual se adicionó de acuerdo a los grados Brix del mosto, considerando un estándar de (2 gr/lt/15°Brix) para acelerar el proceso de fermentación.

4.3 Metodología

4.3.1 Extracción del almidón

Inicialmente se lavó la papa con agua potable para eliminar las impurezas, se retiró la epidermis con ayuda de un pelador manual con el fin de dejar la pulpa expuesta, la papa se cortó en pequeñas rodajas con ayuda de un cortador manual, para acelerar el proceso de deshidratación.

4.3.2 Preparación de la solución osmótica

Como agente deshidratador osmótico se utilizó una solución a base de sacarosa comercial de 15 ºBrix, verificándose su concentración con refractómetro Abbe escala 0-95°Brix. A esta solución se añadió Sorbato de Potasio ($C_6H_7KO_2$) a una concentración de 2.0 g/L, que actuó como inhibidor microbiológico, se reguló el pH (aproximadamente 3.8) de la solución mediante la adición de ácido cítrico (Dorvil, 2013).

La deshidratación osmótica se realizó en proporciones de 1:3 papa:solución, quedando totalmente sumergida la papa, con una duración de 90 minutos debido a la porosidad que esta presenta.

4.3.3 Secado

El secado se llevó a cabo con ayuda de un deshidratador eléctrico marca Ecalibur con una capacidad de 10 libras, las rodajas de papa se colocaron en las bandejas que luego fueron ingresadas al deshidratador en donde se sometió a una temperatura de 70°C durante 10 horas.

4.3.4 Determinación de humedad

Se determinó siguiendo el método AOAC (2000) para frutas ricas en azucares, donde se pesó aproximadamente dos gramos de muestra y fueron sometidos a secado hasta peso constante en un secador eléctrico.

El valor de la humedad de la muestra se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$X^w t = \frac{W^0{}_0 - W^0{}_t}{W^0{}_t} \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

Donde:

$X^w t$= Fracción másica de agua de la muestra en el tiempo t (g de agua/g de muestra).

$W^0{}_0$=Peso de la muestra inicial sin desecar (g).

$W^0{}_t$= Peso de la muestra seca al tiempo (g).

4.3.5 Rendimiento del almidón

$$R = \frac{\mathrm{PA}}{\mathrm{PP}} X100 \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Donde:
PA= Peso del almidón
PP= Peso de las papas
R= Rendimiento.

4.3.6 Hidrolisis ácida

En este proceso se utilizó un recipiente de acero inoxidable (olla de presión), se adicionó el almidón en diferentes concentraciones (160 y 170gr/lt) posteriormente se añadió el ácido (sulfúrico y cítrico) hasta llevar la solución a un pH de 0.8, durante el proceso de hidrólisis, se mantuvo la solución en un rango de temperatura de 100-120°C por 6 horas. Este proceso de hidrolisis sirve para que haya una mejor disposición de los azucares.

4.3.7 Porcentaje de sólidos solubles

Se tomó muestras de cada tratamiento antes y después del proceso de hidrolisis, se midió los grados Brix en el refractómetro, para detectar la presencia de azucares fermentables.

4.3.8 Prueba de tinción

Para detectar la presencia de almidón después del proceso de hidrólisis mediante la acción hidrolítica de ácido sulfúrico y cítrico se realizó la prueba de yodo.

El procedimiento del análisis fué el siguiente:
Preparación de la muestra 10 ml de la solución de almidón de papa.
Se añadió cuidadosamente 1ml de solución de yodo (1gr de yodo + 10 gr de yoduro potásico + 1 litro de agua).

Evaluación:

- No cambia el color de la solución de yodo (color pardo rojizo) ausencia de almidón.
- El color cambia de pardo rojizo a marrón (el almidón no está completamente degradado).
- Color azul, azul oscuro o negro (presencia de almidón).

4.3.9 Fermentación alcohólica

Se realizó en un proceso anaeróbico, empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la adición se hizó en función de los °Brix, se utilizó 2g de levaduras por litro de mosto a 15°Brix y se reguló el pH adicionando hidróxido de sodio hasta llegar a un pH de 4.5-5.5. Para inocular la muestra se colocó 100 ml de mosto en un recipiente a 35ºC y se añadió la levadura. Posteriormente para la fermentación se colocó el mosto en un recipiente grande de plástico a 30°C por 72 horas.

4.3.10 Destilación

Antes de la destilación, se realizó la medición de los grados Brix para determinar la variación que se dió por la degradación de los azucares durante la fermentación, se filtró el producto utilizando un lienzo fino de algodón para eliminar la materia sólida. La destilación del producto fermentado se realizó mediante una torre de condensación, en un proceso en el cual hierve el líquido y por destilaciones sucesivas a 85°C se concentra el alcohol. El alcohol vaporizado junto con una parte del agua vaporizada y otras sustancias se condensan en el interior del tubo que está conectado al recipiente, el cual contiene el producto fermentado. El alcohol se enfría, se condensa y es expulsado en forma de líquido (Ponce, 2011).

4.3.11 Rendimiento de vodka

Para el desarrollo de esta variable se tomó únicamente el cuerpo del destilado, esta variable está dada por la cantidad de producto que se obtenga al finalizar el proceso de destilación en cada una de las repeticiones. Se tomó en cuenta el volumen de destilado y luego diluido con agua destilada hasta que se obtuvo una concentración de 40 grados de alcohol.

A. Volumen del destilado

El volumen obtenido, se midió al final del proceso de destilación, utilizando una probeta graduada con capacidad de 250ml. Para el desarrollo de esta variable se realizó una dilución utilizando agua destilada hasta obtener 40 grados de alcohol.

B. Grado alcohólico

La determinación de los grados de alcohol, se realizó colocando el producto destilado en una probeta y sumergiendo el alcoholímetro considerando que se debe regular la temperatura de la muestra de acuerdo con las especificaciones de uso del alcoholímetro, para posteriormente dar lectura del resultado.

4.4 Evaluación sensorial

Una vez elegido el mejor tratamiento, se realizó una prueba afectiva de preferencia pareada utilizando un producto de marca comercial ya reconocida en el mercado, para determinar si el producto estudiado posee características organolépticas similares, para lo que se utilizó 30 jueces no entrenados, los cuales son mayores de edad y presentan afecto hacia el producto (ver Anexo 7).

4.5 Análisis estadístico y diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial 2^2 en donde se evaluó la dos concentraciones de almidón (160g/lt y 170g/lt) y dos tipos de ácido (H_2SO_4 y Ácido cítrico).

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statgraphics donde se realizó una prueba de medias y un test de diferencias LSD, con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 3. Matriz de las combinaciones de los niveles del diseño experimental 2^2

Tratamiento	Concentración de almidón	Tipo de acido
1	160g/lt	Cítrico
2	170g/lt	Cítrico
3	160g/lt	Sulfúrico
4	170g/lt	Sulfúrico

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de la Esperanza, Intibucá con apoyo del proyecto ACS-USAID, fue desarrollada mediante la extracción del almidón por medio de la deshidratación de papa, luego este fue sometido a la hidrolisis química donde se utilizó dos tipos de ácido (cítrico y sulfúrico) y dos concentraciones de almidón (160 y 170g/lt) posteriormente se hizo la fermentación y destilación. Luego de realizar la investigación "Desarrollo de un vodka de papa (*Solanum tuberosum)* en la empresa campesina agroindustrial de la reforma agraria (ECARAI) en La Esperanza, Intibucá." se obtuvo los siguientes resultados:

5.1 Extracción del almidón



Figura 1. Almidón obtenido

En la Figura 1 podemos observar el almidón obtenido de la deshidratación osmótica en donde se utilizó sacarosa comercial para preparar una solución de 15°Brix y posterior secado en un deshidratador eléctrico durante 10 horas a 70°C. El cual fue utilizado en cada tratamiento para el desarrollo del experimento.

La eficiencia del proceso de deshidratación osmótica puede medirse utilizando la relación entre la pérdida de agua y la ganancia de sólidos. En este proceso, teniendo en cuenta el material (papa), los solutos y el uso propuesto es deseable maximizar la perdida de agua (Della Rocca & Mascheroni, 2011).

5.2 Secado

La Figura 2 nos da a conocer el comportamiento del peso de la muestra sometida a deshidratación durante 10 horas, la cual se mantuvo a una temperatura de 70°C, durante ese tiempo. Se puede apreciar como disminuye el peso a medida aumenta el tiempo de secado y también se observa que a partir de los 450 minutos el peso se mantiene quedando un peso final de 624 gramos (ver Anexo 1).

Los intercambios de masa aumentan al elevar la temperatura, pero sobre los 45°C se puede observar oscurecimiento enzimático y alteraciones del aroma. Altas temperaturas por ejemplo, sobre los 60°C, modifican las características del tejido, favorecen la impregnación y por lo tanto la ganancia de sólidos (Maestrelli, 1997).

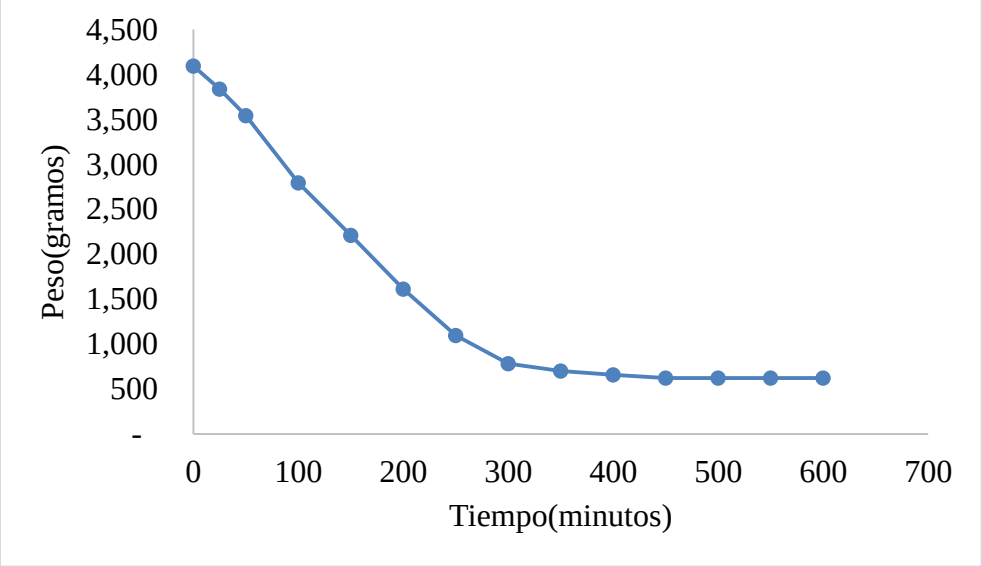


Figura 2. Secado del almidón.

Fuente: Elaboración propia

5.3 Determinación de humedad

Al finalizar la etapa de extracción del almidón se midió la humedad, se determinó mediante la Ecuación 1 obteniendo una humedad final de 5.69% ± 0.01 en el almidón (ver Anexo 2).

Benavides y Pozo (2008), en un estudio realizado obtuvieron una humedad de 13.4% en almidón de papa, debido a que el secado se realizó a una temperatura de 45°C durante 3 horas y el proceso para la extracción fue mediante rayado y decantado. Salcedo *et al.* un 10.8% de humedad para la variedad de yuca C.M Tai.

5.4 Rendimiento del almidón

Una vez que se ha obtenido el almidón, se calculó el rendimiento haciendo uso de la Fórmula 2 mediante la que se obtuvo 15.07% ± 0.02 en el rendimiento del almidón (ver Anexo 3).

Taron et. Al (2012), en un estudio sobre la elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de sorgo dulce obtuvieron un 17.6% en el rendimiento del almidón. Benavides y Pozo (2008), obtuvieron un 16.8% en almidón de papa con la variedad Capiro. Salcedo *et al.* 17.5% en almidón de yuca.

5.5 Hidrolisis acida

5.5.1 Solidos solubles

La Figura 3 muestra la variación del porcentaje de solidos solubles en los cuatro tratamientos en donde se observa un aumento notable después de la hidrolisis debido a la conversión de los azucares y una disminución después de la fermentación debido a la degradación de estos por acción de las levaduras, en donde el T4 (170g/lt de almidón y ácido sulfúrico) presenta mayor porcentaje de solidos solubles (ver Anexo 4).

Aguilar y Canizales en su estudio sobre la hidrolisis de cascarilla de cebada utilizando ácido sulfúrico, se alcanzó la conversión máxima de azucares (51.99% de los carbohidratos originales), a una temperatura de 110°C en 210 minutos. Benavides y Pozo (2008), en su investigación presentaron variaciones similares en cuanto al porcentaje de sólidos solubles y el descenso que se da durante 14 días de fermentación obteniendo al final valores debajo de 4°Brix.

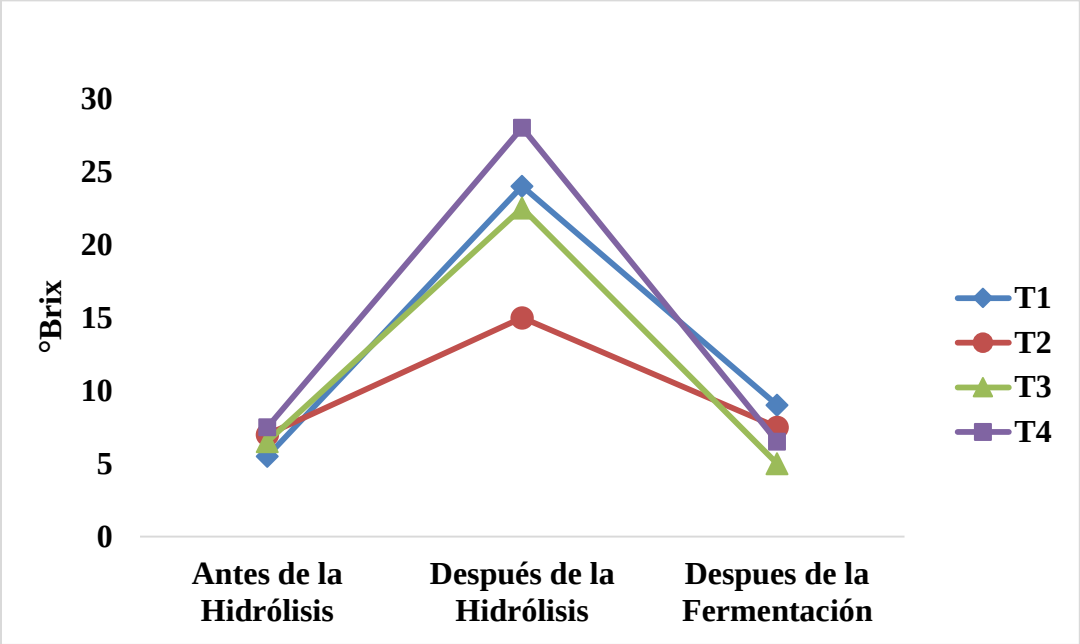


Figura 3. Porcentaje de solidos solubles

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Prueba de tinción

Análisis de la presencia de almidón después del proceso de hidrolisis acida del almidón de papa para detectar la presencia de azucares fermentables.

Tabla 4. Prueba de yodo después de la hidrólisis

Tratamiento	Tipo de muestra	Resultado
1	160g/lt Alm + Ac. cítrico	Negativo
2	170g/lt Alm + Ac. cítrico	Negativo
3	160g/lt Alm + H_2SO_4	Negativo
4	170g/lt Alm + H_2SO_4	Negativo

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 muestra los resultados de la prueba de yodo después de realizar la hidrolisis química dando como consecuencia resultados negativos, es decir no hay presencia de almidón en la muestra de mosto a fermentar lo que demuestra la acción hidrolítica del ácido utilizado (ácido cítrico y sulfúrico) y la presencia de azucares fermentables.

Rivera y Canizales (2004), en su estudio sobre la cinética de la hidrolisis acida de la cascarilla de cebada, determinaron que la hidrolisis de este residuo utilizando H_2SO_4 diluido a temperatura de ebullición es un método eficaz para solubilizar los hidratos de carbono. Ferrer *et al*. (2002), estudiaron la cinética de la hidrólisis ácida de bagacillo de caña de azúcar, en donde la hidrólisis ácida a ebullición, demostró ser eficiente para la separación de los monómeros constituyentes de los polímeros. Urbaneja *et al.* (1997), en la hidrólisis ácida y caracterización de carbohidratos de la pulpa de café, encontraron que la hidrólisis de la pulpa de café utilizando H_2S0_4 diluido a temperatura de ebullición, es un método eficaz para solubilizar los carbohidratos presentes en este residuo lignocelulósico.

5.8 Rendimiento del vodka

5.8.1 Volumen del destilado

La Figura 4 muestra las diferencias del volumen obtenido después de la destilación, donde se midió utilizando una probeta graduada con capacidad de 250ml, se observa un mayor volumen en el T4 (170g/lt de almidón y ácido sulfúrico) y un menor volumen en el T1 (160g/lt de almidón y ácido cítrico) (ver Anexo 5). Según la prueba de medias y Test LSD se observó que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos.

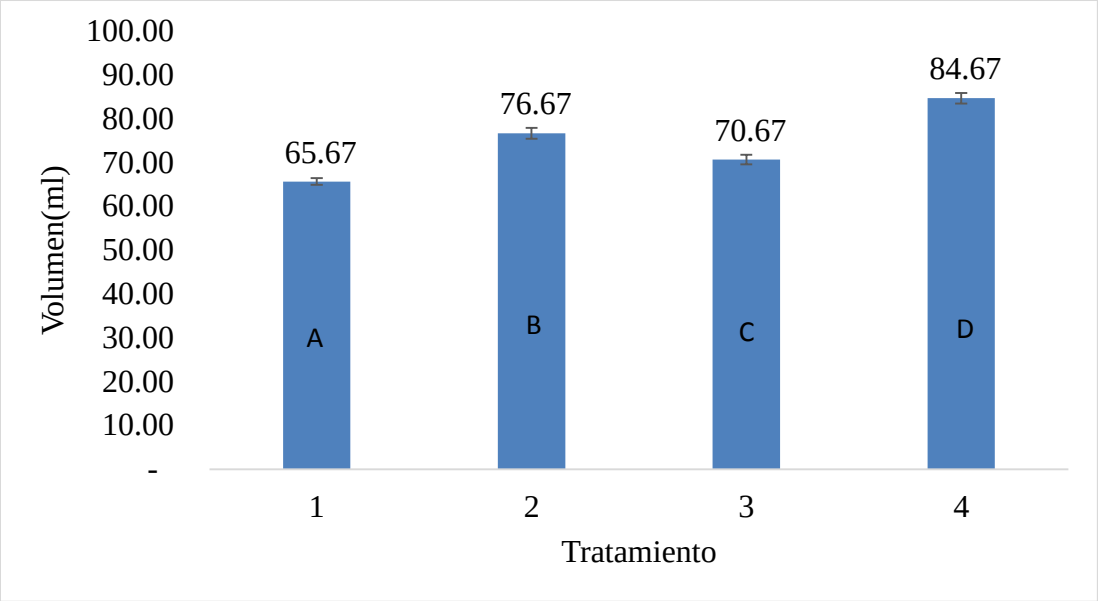


Figura 4. Volumen del destilado en los cuatro tratamientos.

Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Grado alcohólico

La Figura 5 muestra las diferencias que se encontraron en cuanto al grado alcohólico entre los distintos tratamientos evaluados, donde se observa que el T4 (170g/lt+H_2SO_4) obtuvo un mayor grado alcohólico (ver Anexo 6). Según el Test LSD todos los tratamientos son significativamente diferentes entre sí.

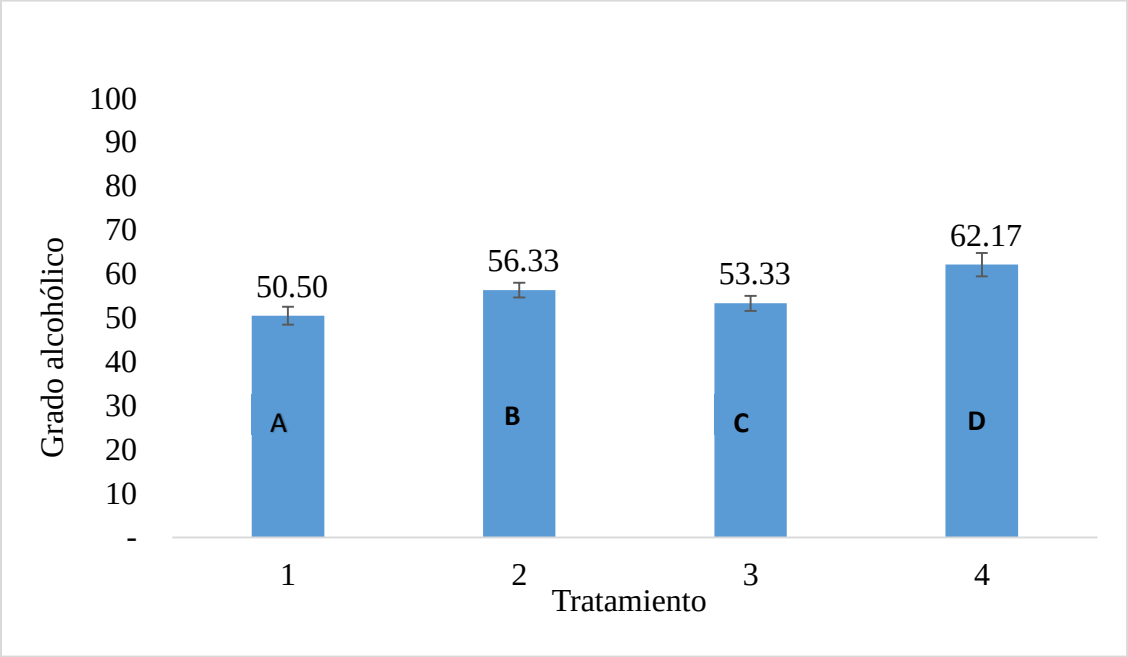


Figura 5. Grado alcohólico en los cuatro tratamientos

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento cuatro (170g/lt + ácido sulfúrico) dio lugar a la obtención de la mejor bebida alcohólica destilada en función de mayor producción de alcohol, mayor volumen de destilado, mejor rendimiento.

5.9 Evaluación sensorial

5.9.1 Comparación con productos comerciales

Se realizó la comparación del T4 (170g/lt + ácido sulfúrico) con un producto comercial (SKYY Vodka) mediante una prueba de preferencia pareada en la que se solicita a los jueces que expresen que muestra les agrada más (ver anexo 7). El panel estuvo conformado por 30 jueces no entrenados.

De acuerdo con los datos obtenidos, con un 95% de confianza no hay diferencia significativa entre las muestras ya que el 60% de los jueces mostro preferencia por la muestra de la marca comercial y el 40% de los jueces mostro preferencia por la muestra elegida en el experimento, se da a conocer en la Figura 6 (ver anexo 9). Según Manfugás (2007), para que haya diferencia entre las muestras el número de juicios debe ser mayor o igual a 21 (70%) para una de las muestras.

Vásquez (2011), en un estudio sobre la obtención de vodka a partir de dos tipos de maíz realizó una comparación en donde no encontró existen diferencias entre las muestras por lo que se demostró la aceptabilidad por parte del consumidor hacia esta nueva alternativa.

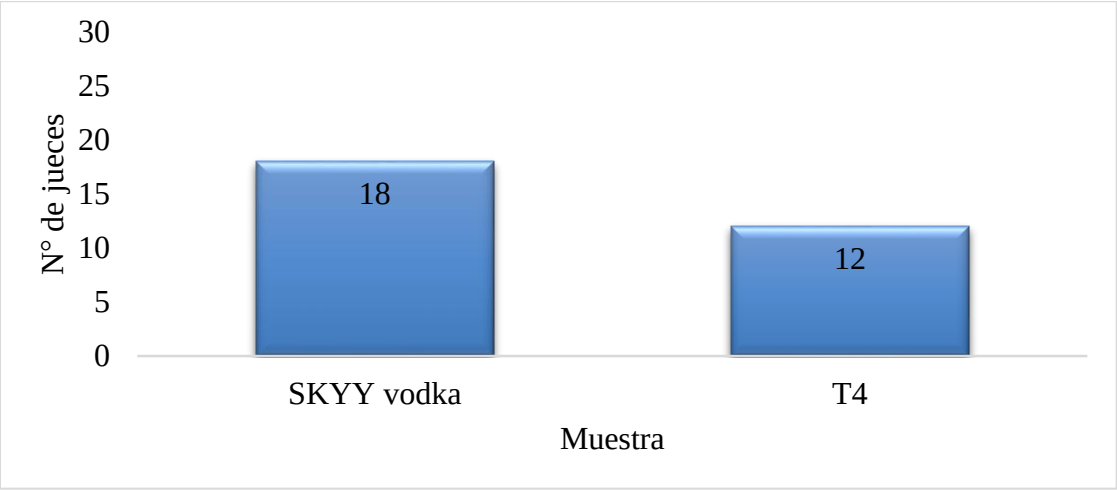


Figura 6. Comparación de las muestras

Fuente: Elaboración propia.

VI. CONCLUSIONES

Los ácidos utilizados (H_2SO_4 y ácido cítrico) bajo las condiciones de pH y temperatura establecidas fueron efectivos en la hidrólisis del almidón, sin embargo con la adición de ácido sulfúrico aumentó la conversión de almidón en azucares fermentables y por tanto la concentración de solidos solubles.

Con la concentración de almidón 170g/lt se obtuvo mayor porcentaje de grados Brix durante el proceso de hidrólisis química.

El análisis sensorial se realizó con el T4 ya que fue el que presento mejores características en función de mayor grado alcohólico, mayor volumen de destilado y mejor rendimiento. Esta fue comparada con una muestra comercial (SKYY vodka), de acuerdo a los resultados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras lo cual indica que obtuvo una buena aceptación por parte de los consumidores.

VII. RECOMENDACIONES

Para la elaboración de harina de papa se recomienda realizar el secado en un tiempo de 350 minutos a una temperatura de 70°C, siguiendo el proceso establecido.

Realizar el proceso del vodka en lugares que presenten las condiciones idóneas de temperatura y que este cerca de las zonas productoras de papa.

Se recomienda seguir investigando otros métodos (hidrólisis enzimática) para la elaboración del vodka.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Rivera, N.; Canizales Leal, M. J. Cinética de la hidrólisis acida de la cascarilla de cebada Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 3, núm. 3, 2004, pp. 257-263 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México.

Alqueres, L., & Praca, J. (2008). The Brazilian power system and challenge of the Amazon Transmission. Engineering Society Transmission , 315-320

Benavides, I. M., & Pozo, M. M. (2008). Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de tres variedades de papa (solanum tuberosum) utilizando dos tipos de enzimas. Universidad Técnica Del Norte.

Borba , N. (2008). La papa un alimento básico, Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica . Uruguay.

Buitrago, J. C., & Tenjo, D. G. (2007). Obtencion de un sustrato fermentable de origen vegetal y su evaluacion con células libres de Saccharomyces cerevisiae.

Carmona, E. (2008). En uno de sus anuncios, entre otras cosas dice: “A comienzos del siglo XVI, en todas las casas solariegas suecas se destilaba un vodka al que llamaban bränvin (vino quemado)”. La Nueva España , pág. 67.

De Michels, A., & Ohaco, E. (2015). Deshidratacion y desecado de frutas,hortalizas y hongos. INTA, 38 p.

Della Rocca, P., & Mascheroni, R. (2011). Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmotica, secado por microondas y conveccion con aire caliente. Proyecciones, Vol.9, 16 p.

Dorvil, F. (2013). Efecto de la la deshidratacion osmótica combinada con pulso de vacío y calentamiento óhmico sobre el contenido de polifenoles totales, flavonoides(flavan -3oles y flavonoles) y algunas propiedades físicas de la manzana (var. Fuji). Tesis para obtar al título profesional de magister en Ciencia e ingeniería de alimentos, universidad del bio-bio, chillan chile. Pag. 11.

Escudero, B., Pazmiño, D., & Jirón, M. (s.f.). Fermentación alcohólica de la papa "super chola" (Solanum tuberosum) para la obtención de vodka. Academia.edu, 5 pag.

Espinoza, Julia., Evaluacin Sensorial de los Alimentos., Universidad de la Habana., Editorial Universitaria., La Habana, Cuba.,

Fennema, R. (2000). Quimica de los alimentos. Zaragoza, España. p 238-239.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). (2008). Programa de Hortalizas: Informe Técnico. La Lima, Cortés. 154 p.

Genia, P. (2002). Deshidratacion osmótica: alternativa para conservación de frutas tropicales. Avanse y Perspectiva, Vol. 21, 321-324.

Lerici, C.R., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M., Bartolucci, L. (1985). Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal of Food Science. 50: 1217-1219

López, F., Pérez, S., & Valenzuela, E. (2014). Estrategias para el lanzamiento en el mercado de Purity Vodka por vinos viñedos y bodegas S.A. de C.V. Revisado el 10 de 08 de 2017, de tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13555/CP2014%20L663f.pdf?sequence=1

Macek, M. (s,f). La Destilación. Revisado el 15 de 08 de 2017, disponible en zonadiet.com: http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm

Parlamento Europeo y del Consejo. (2008). Definición, designación, presentación, etiquetado y protección de la indicación geográfica de bebidas espirituosas y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 110/2008.Revisado el 15 de 08 de 2017, 6 p.

Ponce, E. (2011). Papa chilena, el vodka y su influencia en la Segunda Guerra Mundial: frente ruso. Scielo. Chile, 45-52.

Rivera, N., & Canizales, M. (2004). Cinética de la hidrolisis ácida dela cascarilla de cebada. (U. A. México, Ed.) Revista Mexicana de Ingenieria Quimica, vol.3,núm.3, 257-263. disponible en http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62030304

Salcedo, J., Montes, E., & Pajaro, J. (2009). Produccion de jarabes de fructosa por medio de la hidrólisis enzimatica del almidon de yuca de las variedades Corpoica M Tai-8 Y Corpoica Orense. Dyna, Año 76, Nro. 160, pp. 121-130. Medellín .

Silva, S. (2010). Evaluacion de variedades de papa. *Tecnología Agropecuaria*, 27-35.

Taron D., Arnulfo; Espitia Y., Carmen; Fuentes B., Lorenzo; Ruiz A., Benjamín; Martinez P., David. (2002). Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de sorgo dulce

(*sorghum saccharatum)* con las características congenéricas del cereal Vitae, vol. 19, núm. pp. S267-S269 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia

Theodoracopoulos, M., Arias, S., & Avila, H. (2008). MCA-Honduras / EDA. Revisado el 31 de 07 de 2017, de producción de papa:Disponible en http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjv09nwqa3VAhWB6SYKHXOoAm0QFggtMAE&url=http%3A%2F%2Fbvirtual.infoagro.hn%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F73%2FEDA_Manual_Produccion_Papa_09_08.pdf%3Fsequenc

Toledo, M. (2011). Cultivo de papa en Honduras. Revisado el 31 de 07 de 2017, disponible en http://www.dicta.hn/files/Guia-El-cultivo-de-la-papa-en-Honduras,-2011.pdf

Torres, k. (2007). Optimización de la etapa de hidrólisis ácida en el proceso de fosfatación de almidón por extrusión para la encapsulación de aceite esencial de naranja. Quimica en Alimentos, 101.

Urbaneja, Gladys., Ferrer, Jose., Páez, Gisela., Arenas de Moreno, Lilia., Colina, Gilberto., Sandoval, Luis. (1997). Hidrólisis ácida y caracterización de carbohidratos de la pulpa de café. Rev. Fac. Agron. (LUZ).

Uribe Gutiérres, L. A. (2007). Caracterizacion Fisiologica de levaduras aisladas de la filósfera de mora.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del secado

Tiempo(min)	Peso (gramos)		Promedio
0	4,096	3,837	3,966.50
25	3,839	3,596	3,717.63
50	3,542	3,318	3,430.02
100	2,794	2,617	2,705.66
150	2,212	2,072	2,142.06
200	1,613	1,511	1,562.00
250	1,097	1,028	1,062.32
300	782	733	757.28
350	702	658	679.81
400	658	616	637.20
450	624	585	604.27
500	624	496	560.00
550	624	496	560.00
600	624	496	560.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Cálculo de la humedad del almidón

N°	Peso inicial	Peso final	Humedad
1	3837g	496g	6.73%
2	4096g	702g	4.83%
3	4000g	593g	5.74%
4	4050g	624g	5.49%
Total			**22.79%**
Promedio			**5.69%**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Cálculo de rendimiento del almidón

N°	Peso inicial	Peso final	Rendimiento
1	3837g	496g	12.93%
2	4096g	702g	17.14%
3	4000g	593g	14.82%
4	4050g	624g	15.41%
Total			**60.30%**
Promedio			**15.07%**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Resultados del porcentaje de solidos solubles

T	Antes de la hidrolisis			Después de la hidrolisis			Después de la fermentación		
	I	II	Prom.	I	II	Prom.	I	II	Prom.
1	5	6	**5.5**	15	16	**24**	10	8	**9**
2	7	7	**7**	21	18	**15**	8	7	**7.5**
3	7	6	**6.5**	23	24	**22.5**	7	6	**5**
4	8	7	**7.5**	28	26	**28**	6	7	**6.5**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Resultados del volumen del destilado

Tratamiento	volumen		
	I	II	Promedio
T1	63	68	65.5
T2	75	78	76.5
T3	69	73	71
T4	85	87	86

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Resultados de grado alcohólico

T	Repeticiones						PROM	DESV.EST
1	50	48	53	53	48	51	50.50	2.06
2	56	58	54	55	59	56	56.33	1.69
3	51	52	56	53	55	53	53.33	1.69
4	57	64	65	61	64	62	62.17	2.67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Formato de prueba sensorial de comparación pareada

Evaluación sensorial de vodka

Nombre: _____Fecha:_____

Nombre del producto: _____

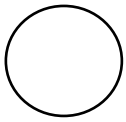
Por favor enjuague su boca antes de empezar.

Hay dos muestras a ser evaluadas por usted, debe probar las muestras codificadas en la secuencia presentada de izquierda a derecha. Tome la muestra completa en su boca. No repruebe.

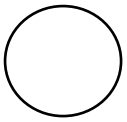
¿Cuál de las dos muestras prefiere?

Marque con una "X" la muestra elegida

Muestras



6224



8261

Comentarios:_____
_____
_____

MUCHAS GRACIAS

Anexo 8. Hoja maestra

Juez	Orden de servido	Códigos	
1	AB	6224	8261
2	BA	8261	6224
3	AB	6224	8261
4	BA	8261	6224
5	AB	6224	8261
6	BA	8261	6224
7	AB	6224	8261
8	BA	8261	6224
9	AB	6224	8261
10	BA	8261	6224
11	AB	6224	8261
12	BA	8261	6224
13	AB	6224	8261
14	BA	8261	6224
15	AB	6224	8261
16	BA	8261	6224
17	AB	6224	8261
18	BA	8261	6224
19	AB	6224	8261
20	BA	8261	6224
21	AB	6224	8261
22	BA	8261	6224
23	AB	6224	8261
24	BA	8261	6224
25	AB	6224	8261
26	BA	8261	6224
27	AB	6224	8261
28	BA	8261	6224
29	AB	6224	8261
30	BA	8261	6224

Anexo 9. Tabulación de datos

N° JUEZ	6224	8261
1	X	
2	X	
3		X
4		X
5	X	
6	X	
7		X
8	X	
9		X
10	X	
11	X	
12		X
13	X	
14	X	
15		X
16	X	
17	X	
18	X	
19		X
20		X
21	X	
22		X
23	X	
24	X	
25		X
26	X	
27		X
28	X	
29	X	
30		X
TOTAL	18	12

Anexo 10. Flujo de proceso de elaboración del vodka de papa

