



Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería en Alimentos

**Obtención de un jarabe glucosado a partir de la hidrólisis
enzimática de papa fermentada.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

Autora:

HEIDY CAROLINA SARMIENTO OCHOA

Director:

MARCO ANTONIO LAZO VÉLEZ

Cuenca – Ecuador

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación lleno de esfuerzo constante a mi mami Alexandra Ochoa quien siempre estuvo apoyándome y enseñándome valores que en mi vida tanto personal como profesional los pondré en práctica. Mami esperaste este momento con tanto anhelo que Dios te dio la mejor vista en el cielo para poder observar como tu hija se vuelve una persona de bien y útil a la sociedad, éste y todos los logros que adquiriera en mi vida son por tí y para tí.

También dedico este proyecto a mi hermana Nicole Sarmiento quien ha sido la persona que yo he admirado durante toda mi vida, siempre me ha extendido la mano y me ha levantado cuando siento que me doy por vencida, en los momentos que más he necesitado desahogarme, ella me ha escuchado, me ha brindado su hombro para llorar y sus brazos para que me sienta protegida. Por ella, he podido culminar positivamente esta bella etapa de mi vida.

A mi mejor amiga Ibeth Calle, quien me brindó una amistad sincera desde la niñez y por ella nunca me faltaron palabras de aliento para seguir formándome profesionalmente.

A mis familiares, quienes aportaron significativamente durante mi etapa académica.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Federación Internacional de Sociedades Científicas” (FISS) y en su nombre al Ing. Santiago Agui Mendoza y el Ing. Fabián Arturo Ávila Lazo por habernos donado y autorizado el uso de una harina de papa fermentada producida por los ingenieros.

Agradezco infinitamente al PhD. Marco Lazo Vélez, director de este proyecto, quien me ha brindado sus conocimientos, confianza y apoyo durante toda esta trayectoria académica. A más de considerarlo una persona de honorabilidad, sepa que es un ejemplo a seguir ya que su personalidad y el entusiasmo que muestra al brindar sus enseñanzas es digno de admiración y gratitud.

A mi tribunal conformado por la Dra. Rebeca Webster y el Dr. Rodrigo Caroca, quienes implantaron en mi enseñanzas y conocimientos importantes durante mi etapa universitaria, los cuales pondré en práctica con mucha honra en mi vida laboral. Docentes que siempre estuvieron dispuestos a solventar dudas y a brindar motivación y apoyo en los pequeños proyectos que realizaba.

A mi mami Alexandra Ochoa, quien sacrificó muchas horas de descanso para seguir trabajando y brindarme la mejor de las herencias, el estudio. Una mujer que se sintió orgullosa de mi desde el primer momento, la que me amó sin importarle nada, la que me dio todo sin esperar algo a cambio, la que tomó el papel de padre y madre y los ejecutó sin problema. Gracias por tanto madre mía, te debo todo lo que soy.

A mi hermana Nicole Sarmiento, quien estuvo siempre impulsándome a ser mejor persona cada día.

A mi tío Juan Ochoa y a mi prima Mariana Velarde, quienes fueron pilares fundamentales en este transcurso de mi vida, apoyándome con sus consejos, sus palabras de aliento, sus palabras motivacionales, por estar siempre pendientes de mí, les estimo y les aprecio mucho.

A las personas encargadas del laboratorio, les extiendo mis agradecimientos y mi admiración a tan noble trabajo.

Obtención de un jarabe glucosado a partir de la hidrólisis enzimática de papa fermentada

RESUMEN

La presente investigación determinó las características sensoriales y las propiedades químicas de un jarabe glucosado de papa fermentada (*Solanum tuberosum*) bajo estrés hídrico, procesada en Tutupali, Azuay, Ecuador. El porcentaje máximo de glucosa en el jarabe fue de 56 ,37 g/100 g, almidón residual de 0,76%, y grados Brix de 63%, valores considerados dentro de norma. Además, se observó una disminución del 6% aproximadamente en el índice de inhibición (DPPH) de la capacidad antioxidante del jarabe glucosado con respecto al suero de papa fermentada y papa gelificada. Finalmente, el jarabe presentó una aceptación general de 6.8 puntos (me gusta moderadamente) en una escala hedónica de 9.

Palabras claves: *Solanum tuberosum*, Almidón, hidrólisis, enzimas, α -amilasa, glucoamilasa.



Ing. Marco Lazo-Vélez, PhD
Docente-Investigador

Marco Antonio Lazo Vélez
Director de Tesis



María Fernanda Rosales
Directora de escuela



Heidy Carolina Sarmiento Ochoa
Autor

Production of glucose syrup by the enzymatic hydrolysis of starch made from fermented potato

ABSTRACT

The present investigation determined the sensory characteristics and chemical properties of a fermented potato glucose syrup (*Solanum tuberosum*) under water stress processed in Tutupali, Azuay, Ecuador. The maximum percentage of glucose in the syrup was 56,37 mg / 00 g, residual starch 0.76%, and Brix degrees of 63%, values considered within the norm. In addition, a decrease of approximately 6% in the inhibition index (DPPH) of the antioxidant capacity of the glucose syrup was observed with respect to the serum of fermented potato and gelled potato.

Finally, the syrup presented an overall acceptance of 6.8 points (I like it moderately) on a hedonic scale of 9.

Keywords: *Solanum tuberosum*, starch, hydrolysis, enzymes, α -amylase, glucoamylase



Ing. Marco Lazo-Vélez, PhD
Docente-Investigador

Marco Antonio Lazo Vélez
Thesis Director



María Fernanda Rosales
Faculty Director



Heidy Carolina Sarmiento Ochoa
Author

Translated by



Heidy Carolina Sarmiento Ochoa

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE	vii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE GRÁFICOS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
1.1 Harina de papa fermentada	3
1.2 Obtención del jarabe	3
1.3 Caracterización química del jarabe.....	4
1.4 Determinación de la capacidad antioxidante	5
1.5 Análisis microbiológico.....	5
1.6 Características sensoriales	5
1.7 Análisis Estadístico.	6
CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIONES.	7
2.1 Caracterización química del jarabe.....	7
2.2 Análisis Microbiológico.....	8
2.3 Análisis de la actividad antioxidante.	8
2.4 Análisis sensorial	9
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	10
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
ANEXOS	13

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de la caracterización química de los jarabes dextrinado y glucosado de harina de papa fermentada 7
Tabla 2: Capacidad antioxidante del jarabe glucosado 9

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de procesamiento para la obtención de jarabe glucosado a partir de tocosh 4

Gráfico 2: Puntuaciones promedio asignadas a los diferentes parámetros sensoriales en una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 será "me disgusta muchísimo"; 2, "me disgusta mucho"; 3, "me disgusta moderadamente"; 4, "me disgusta poco"; 5, "no me gusta ni me disgusta"; 6, "me gusta poco"; 7, "me gusta moderadamente"; 8, "me gusta mucho" y 9 será "me gusta muchísimo".9

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Papa fermentada pelada, cascara y papa fermentada..... 13
Anexo 2: Jarabes refinados 13

Heidy Carolina Sarmiento Ochoa
Trabajo de Graduación
Marco Antonio Lazo Vélez, PhD.
Junio, 2021

Obtención de un jarabe glucosado a partir de la hidrólisis enzimática de papa fermentada

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) ha sido por años un cultivo de gran prioridad en el Ecuador. Hoy en día, en el país se siembra anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo. El tubérculo fresco de esta planta contiene entre 0.17% a 3.48% de fibra, entre 0.7% a 4.6% de proteínas, entre 0.02% a 0.96% de grasas y entre 0.44% a 1.9% de cenizas (Andrade, Bastidas & Sherwood, 2002). Además, su contenido en almidón es alto, del 30% en fresco y sobre el 80% en seco. A nivel nacional, el 90% de la papa se consume en estado fresco, aunque sus usos industriales son variados, entre ellos, la obtención de almidón, alcohol y celulosa de la cáscara (Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002).

Por otro lado, uno de los procesos más antiguos conocidos para la conservación de los tubérculos de la papa, ha sido su fermentación bajo corrientes de agua (estrés hídrico) (Bustos, 2018; Guy et al. 2012). En Perú, se lo conoce como *Tocosh* y es el resultado de la fermentación de productos andinos como la papa, el maíz, olluco o la arracacha, almacenadas en pozos construidos en la tierra, envueltos en paja o "*ichu*" y presionados mecánicamente con piedras bajo una corriente de agua proveniente de un manantial (Sandoval & Tenorio, 2015). La papa sometida a este proceso altera presumiblemente sus propiedades y características fisicoquímicas convencionales (Enciso et al., 2020) así como sus propiedades funcionales benéficas. Sin embargo, este producto se caracteriza por su olor desagradable, peculiaridad que es lo primero en percibirse (Sandoval & Tenorio, 2015). Justamente esta característica es un limitante para su consumo o comercialización, siendo necesario proponer procedimientos que aminoren este olor.

Uno de los principales componentes de la papa fermentada es el almidón, un polímero de glucosa que puede ser hidrolizado por enzimas hasta glucosa (Quitiguiña & Santacruz, 2012). Este proceso de conversión enzimática o hidrólisis de almidón por enzimas es utilizado en la industria para la obtención de jarabes dextrinados, glucosados o fructosados. Estos tipos dependen directamente de la etapa del proceso y de la participación de diferentes enzimas. Las enzimas más usadas para la hidrólisis del almidón son la α -amilasa (α 1,4-D-Glucano-hidrolasa) y la amiloglucosidasa.

El procesamiento de elaboración del jarabe involucra la licuefacción, sacarificación y refinación. En la etapa de licuefacción se gelatiniza e hidroliza parcialmente el almidón por la

enzima α -amilasa a dextrinas (jarabe dextrinado). En la sacarificación, las dextrinas son convertidas a glucosa usando mayormente la amiloglucosidasa, y finalmente un refinado donde el jarabe resultante es pasado a través de carbón activado y procesos de remoción del material suspendido como la decantación o centrifugación (ver anexo 2).

La presente investigación tuvo por objeto la elaboración de un jarabe glucosado (fase sacarificación y refinado) a partir de papa fermentada bajo una corriente de agua. Se evaluaron sus características químicas como contenido de almidón, maltosa, glucosa, pH, acidez y grados Brix (CODEX ALIMENTARIUS, 1999; FAO, 2010 y NTE INEN 1572, 2016), y también sus características organolépticas y actividad antioxidante. Para la obtención del jarabe se realizó una conversión enzimática con dos catalizadores: la α -amilasa (α 1,4-D-Glucano-hidrolasa) y la amiloglucosidasa. Estas fueron utilizadas siguiendo las condiciones de trabajo recomendadas por el proveedor. Con este proceso simple y económico se pretendió mejorar, principalmente, las características organolépticas de la materia prima.

CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Harina de papa fermentada

La muestra de papa fermentada seca fue donada por la Fundación “Federación Internacional de Sociedades Científicas” (FISS). La producción de la muestra fue a partir de un cultivo orgánico desde la labranza de la tierra hasta la cosecha. Su proceso se realizó en tanques con flujo de agua de manantial de la región de Tutupali (Latitud 2°59'35.8"S Longitud 79°04'51.9"W) en la provincia del Azuay durante 6 meses.

Para la obtención de la harina derivada de la papa fermentada, se le retiró la mayor cantidad de cáscara posible. En un molinillo para café (KitchenAid, Barcelona España la muestra fue molida por varias ocasiones y por lapsos de 10 segundos para evitar un calentamiento del producto. Posteriormente, se estandarizó la harina de tocosh utilizando un tamiz número 6.

1.2 Obtención del jarabe

La obtención del jarabe glucosado a partir de papa fermentada se realizó en tres etapas recomendadas por Serna-Saldivar (2008) con modificaciones. La primera etapa consistió en la licuefacción o dextrinado del almidón contenido en una suspensión 1:3 almidón/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (0,2 g $\text{Ca}/\text{L H}_2\text{O}$), a la cual se agregó una solución de α -amilasa (α -amylase 9000-90-2 de *Bacillus Licheniformis*, AB Enzymes, Darmstadt, Alemania) a razón de 2 $\mu\text{L}/\text{g}$ de solución (concentración media recomendada por la casa comercial). La suspensión fue calentada a 85 °C durante una hora en un plato calentador con agitación constante (Thermo Scientific, Waltham, Massachusetts, USA). Una vez transcurrido este tiempo, la solución se ajustó a pH 4.3 mediante la adición de HCl 0,1 N y la temperatura fue disminuida a 60 °C. Una parte de esta solución dextrinada (jarabe dextrinado) fue reservada para su posterior refinamiento y análisis.

Cuando la temperatura de la solución dextrinada llegó a 60°C, se procedió con la segunda etapa, para lo cual se adicionó 2 μL de una solución de gluco-amilasa (amyloglucosidase 9032-08-0 de *Aspergillus niger*, AB Enzymes, Darmstadt, Alemania), por mililitro de dextrinado (concentración media recomendada por la casa comercial). Esta última solución fue mantenida a 60 °C durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo el jarabe glucosado fue retirado de la estufa. Seguidamente, el jarabe glucosado se centrifugó a 4000 rpm por 15 min (Centrífuga Eppendorf, Hunan, China) y los sedimentos fueron separados y descartados. Los jarabes después de ser centrifugados fueron mezclados con carbón activo por 5 min y centrifugados nuevamente. Esta última operación se realizó una segunda vez, para reducir las partículas en suspensión. Finalmente, los jarabes se filtraron al vacío con papel filtro (Whatman número 6) y fueron concentrados hasta 63 °Brix con ayuda de una estufa a baja temperatura.

Los pasos de la obtención de jarabe pueden observarse en el siguiente diagrama de proceso (Gráfico 1)

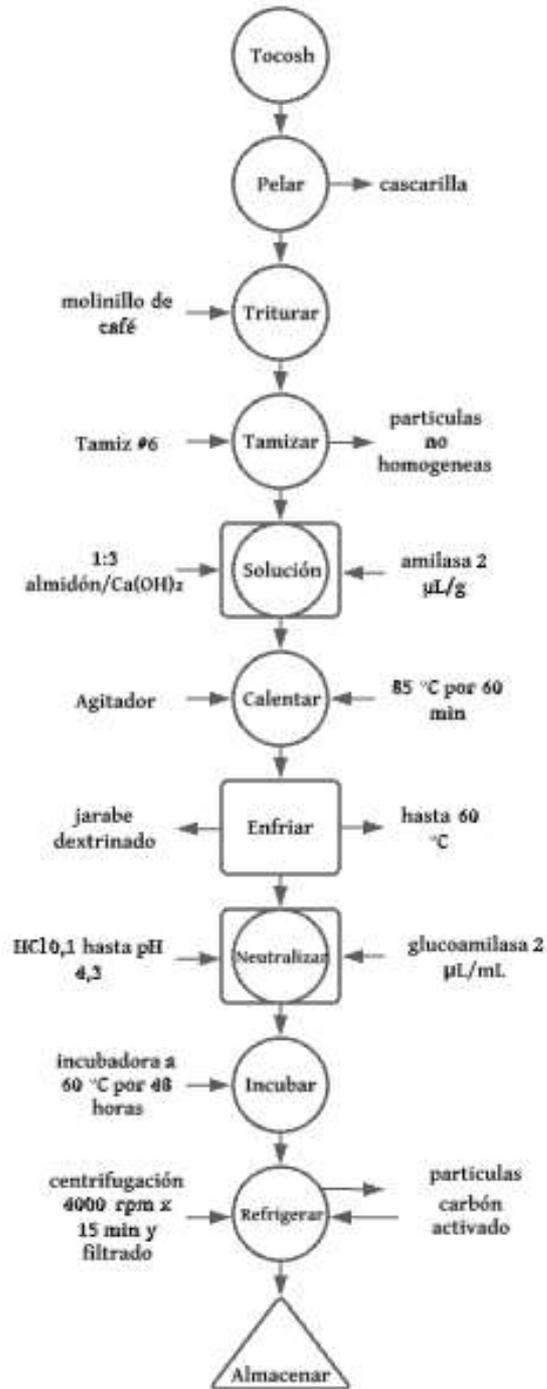


Gráfico 1: Diagrama de procesamiento para la obtención de jarabe glucosado a partir de tocosh

Fuente: El autor.

1.3 Caracterización química del jarabe

El contenido de humedad, cenizas, acidez titularle, pH y °Brix fueron determinados con la metodología oficial de las normativas (CODEX ALIMENTARIUS (CXS 212), 1999; FAO, 2010 (427))

El contenido de almidón residual se determinó mediante el método basado en espectrofotometría, siguiendo los pasos recomendados por Cobos Ayala (2016) en un espectrofotómetro de placas (Epoch, Bio Tek, VT 05404-0998, USA) a 517 nm. Además, para establecer los azúcares presentes en el jarabe glucosado se utilizaron kits los cuales fueron: Maltose/ sucrose /glucose (K-MASUG 08/18). El procedimiento que se mantuvo fue estrictamente direccionado por los manuales de usuario de cada kit.

1.4 Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se determinó por un ensayo de DPPH siguiendo los protocolos establecidos por Palomino, G & Reyes, L (2009) con modificaciones. Brevemente, el jarabe fue diluido en etanol hasta obtener concentraciones de 0,0 a 150,0 µg/mL. Se mezcló 1,0 mL de cada una de las diluciones con 0,5 mL de una solución 0,3 mM de DPPH en etanol y se dejó reaccionar a temperatura ambiente por 30 minutos. Finalmente se midió la absorbancia de la mezcla a 517 nm.

La actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición, que se corresponde a la cantidad de radical DPPH neutralizado por la muestra a una determinada concentración, de acuerdo a la siguiente ecuación 1.

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{A-A_1}{A} * 100 \quad (1)$$

Donde A es absorbancia del blanco y A1 absorbancia de la muestra

Para determinar una pérdida o incremento de la actividad antioxidante del jarabe glucosado se realizó ensayos en la muestra de harina de papa fermentada en solución acuosa y gelatinizada.

1.5 Análisis microbiológico

Se realizó un recuento total de mohos y levaduras (Petrifilm YM yeast and mold, 3M, USA) en la materia prima y en el producto final, el cual es el jarabe glucosado, estos fueron determinados siguiendo la norma (NTE INEN 1572, 2016).

1.6 Características sensoriales

Un panel de consumidores *In house* (paneles de consumidores piloto) compuestos por 60 panelistas entre los 19 y 45 años, no entrenados, evaluaron la características sensoriales y aceptabilidad general del jarabe glucosado, en cabinas individuales, 24 horas después de ser elaborados. La evaluación de los jarabes se realizó en el laboratorio de pruebas sensoriales de la Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. A cada consumidor se entregó la muestra de jarabe con una ficha de análisis sensorial, donde se le pidió que calificara el color, la textura, el sabor, el olor y la calidad general en una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 era " me

disgusta muchísimo" y 9 era "me gusta muchísimo" (Severiano Pérez, Gómez Andrade, Méndez Gallardo, & Pedrero Fuehrer, 2010)

1.7 Análisis Estadístico.

Los resultados se expresaron como medias \pm error estándar de mínimo seis réplicas independientes. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de un solo factor (ANOVA) seguido por la prueba de Tukey para evaluar diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los datos se analizaron usando el software Minitab, LLC (State Collage, Pennsylvania, USA).

CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIONES.

2.1 Caracterización química del jarabe.

Los valores de la caracterización química de los jarabes dextrinado y glucosado de harina de papa fermentada se encuentran detallados en la Tabla 1. Cuando los valores obtenidos fueron comparados con los valores fijados por la normativa (CODEX ALIMENTARIUS, 1999; FAO, 2010), las cenizas y el contenido de almidón residual del jarabe glucosado fueron inferiores a los máximos recomendados de $\leq 0,25$ (m/m) y ≤ 5 (m/m), respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1: Resultados de la caracterización química de los jarabes dextrinado y glucosado de harina de papa fermentada

Parámetros	JD	JG
Composición química		
Humedad (g/100g)	37.90 ± 3.03 ^a	33.29 ± 0.06 ^b
Cenizas (g/100g)	00.20 ± 0.06 ^a	00.20 ± 0.01 ^a
Almidón residual (g/100g)	07.15 ± 0.01 ^a	00.76 ± 0.60 ^b
Maltosa (g/100g)	51.88 ± 0.84 ^a	09.95 ± 0.42 ^b
Glucosa (g/100g)	01.59 ± 0.12 ^b	56.37 ± 0.54 ^a
°Brix (%)	63.10 ± 0.13 ^a	63.13 ± 0.10 ^a
Acidez		
Acidez titulable (meq ác. láct./100g almidón)	5.25 ± 0.27 ^b	5.92 ± 0.08 ^a
pH	7.03 ± 0.01 ^a	4.30 ± 0.01 ^b

Los datos son media ± desviación estándar de mínimo de tres réplicas. Los valores con las mismas letras en la misma fila no son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Abreviaturas: JD, jarabe dextrinado de papa fermentada; JG, jarabe glucosado de harina de papa fermentada. Los dos jarabes fueron concentrados para alcanzar los valores de °Brix reportados.

Como era de esperar, los porcentajes de maltosa y glucosa variaron significativamente entre el jarabe dextrinado y el jarabe glucosado ($p < 0.05$). La finalidad del uso de alfa amilasa es hidrolizar la mayor cantidad de almidón a dextrinas y maltosa (Mera & Jorge, 2005), mientras que la glucoamilasa transforma la mayor cantidad de maltosa a glucosa. El porcentaje de maltosa y el de glucosa en el jarabe glucosado fueron comparados a los valores de la norma (FAO, 2010). En el primer caso cumple con la especificación de un valor menor al 20% de

maltosa, mientras que, en el segundo, el valor es alrededor de un 8% más bajo que el mínimo requerido de 60%.

Los valores de pH y acidez en el jarabe glucosado se encuentran entre los límites referidos para su mejor conservación (3,6 – 4,3 y 5- 6,5 respectivamente) (Rivera Rodríguez, Herrera Ramírez, & Barquero Quirós, 2014). Mientras que el valor de pH en el caso del jarabe dextrinado fue levemente superior a lo recomendado ya que la norma establece un valor de 7 para pH de dicho producto alimentario (Tabla2).

Cabe mencionar que, para todas las determinaciones realizadas, los jarabes fueron concentrados hasta obtener valores de 63°Brix, valor fijado como ideal por Serna, S. (2008).

2.2 Análisis Microbiológico

No se registró la presencia de ningún microorganismo en las diferentes diluciones ensayadas en los jarabes de papa fermentada, lo cual permite inferir que el procedimiento llevado a cabo garantiza la inocuidad del producto.

2.3 Análisis de la actividad antioxidante.

El porcentaje de inhibición (DPPH) determinado para la muestra de jarabe glucosado (Tabla 2) es menor al obtenido para la harina de papa fermentada luego de su cocción (gelatinización) o dilución directa en agua. Esta reducción de un 2.7% de la actividad antioxidante en el jarabe glucosado, refleja que el proceso de elaboración de jarabe a partir de la harina de papa fermentada afecta alguno de los constituyentes activos de esta harina. Autores como Yábar Villanueva, Reyes De la Cruz, & Casas Vásquez (2019) determinaron que la capacidad antioxidante para una solución de harina de papa fermentada fue de 35%, valor que resulta el doble al obtenido en la presente tesis, que fue de 16,47. Sin embargo, cabe mencionar que la disminución de la actividad antioxidante se ve afectada por los procesos térmicos de gelatinización. Así, la disminución del porcentaje de inhibición del jarabe glucosado puede deberse a las altas temperaturas utilizadas durante el proceso de hidrólisis en la elaboración del jarabe (Tabla2). Estas pérdidas en el porcentaje de inhibición del radical DPPH por efecto de los procesos térmicos han sido reportadas previamente con una disminución de alrededor de un 10% (Gutiérrez Tlahque, y otros, 2018). Por otro lado, el tipo de materia prima y la forma de procesamiento de las harinas fermentadas pueden influir en el porcentaje de inhibición registrado entre las muestras.

Tabla 2: Capacidad antioxidante del jarabe glucosado

Ensayo	Papa fermentada		
	En solución	Gelatinizada	Jarabe glucosado
Inhibición (DPPH) %	16,47	15,59	13.77 ± 2.29

2.4 Análisis sensorial

Los parámetros sensoriales y la aceptabilidad general del jarabe glucosado a partir de papa fermentada observados en el gráfico 2, denotan una aceptabilidad general, por parte del panel de degustadores, entre “me gusta poco” y “me gusta moderadamente” (6,75). Cabe mencionar, que el parámetro peor y mejor valorado fueron el color y sabor, respectivamente. Considerando que el consumo de papa fermentada se ve afectado por su olor y sabor desagradable característicos (Quitiguiña & Santacruz, 2012), la elaboración de jarabe disminuye notablemente esta particularidad.

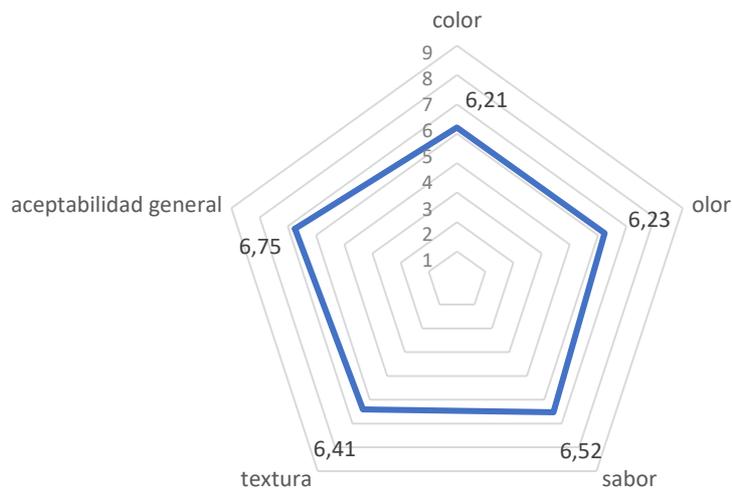


Gráfico 2: Puntuaciones promedio asignadas a los diferentes parámetros sensoriales en una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 será “me disgusta muchísimo”; 2, “me disgusta mucho”; 3, “me disgusta moderadamente”; 4, “me disgusta poco”; 5, “no me gusta ni me disgusta”; 6, “me gusta poco”; 7, “me gusta moderadamente”; 8, “me gusta mucho” y 9 será “me gusta muchísimo”.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La obtención de jarabe glucosado a partir de papa fermentada (Tocosh) fue posible empleando enzimas termoestables comerciales. Si bien, las características sensoriales mejoran con el proceso de hidrólisis del almidón y refinado del jarabe, las propiedades antioxidantes del mismo se ven ligeramente afectadas. La fabricación de jarabes podría ser una herramienta importante para lograr un mayor consumo de papa fermentada fuera de los mercados no tradicionales de los países que lo producen y consumen habitualmente. Sin embargo, es necesario determinar en base a experimentaciones posteriores si en el producto derivado se conserva las propiedades funcionales otorgadas de la harina de donde se derivan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H., Bastidas, O., & Sherwood, S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Centro Internacional de la papa, 1-231.
- Bustos, S. K. (2018). Exportación de yogurt de tocosh al mercado mexicano para mejorar la salud gastrointestinal. Perú.
- Cobos Ayala, M. (21 de Diciembre de 2016). Extracción de Almidón de la Cáscara de Musa Spp y Desarrollo de un Método de Cuatificación. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6030/1/129266.pdf>
- CODEX ALIMENTARIUS. (1999). Norma del CODEX para los azúcares. CODEX STAN 212-1999, 5.
- Enciso, S., Medina, J., Mauricio, F., Vilchez, C., Temoche, D., Vilchez, L., & Tovalino, F. (2020). Antibacterial Effectiveness of Four Concentrations of the Hydroalcoholic Extract of *Solanum tuberosum* (Tocosh) against *Streptococcus mutans* ATCC 25175: A comparative In Vitro Study. Hindawi, 1-5.
- FAO Food Agriculture Organization (2010). Capítulo 8. Análisis fisicoquímico del almidón. Recuperado de: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>
- Gutiérrez Tlahque, J., Sáenz, Y. O., Fuentes, A. D., Espinoza, J. M., Buenabad, G. L., & Palestina, C. U. (2018). Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos del tomate. Nova Scientia, 16.
- Guy, J., Vignolo, G., Todorov, S., & Savoy de Giori, G. (2012). Indigenous Fermented Foods and Beverages Produced in Latin America. J. Morrison, Ed. Nova Science Publishers, 35-58
- Huanca López, S., Espinal, C., & Mollinedo, P. (2015). Evaluación de la calidad de jarabe de glucosa producido por hidrólisis enzimática a partir. Universidad Mayor de San Andrés, 24-29. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426340065001.pdf>
- INEN Instituto nacional de estadística y normalización. (2016): Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1572. Miel de abeja. Requisitos. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1572.pdf>
- Lera, S. (2011). Aplicaciones enzimáticas. Obtenido de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14292/4-%20Cap%C3%ADtulo%20I.%20Las%20enzimas.pdf?sequence=4>
- Mera, I., & Jorge, C. (05 de Febrero de 2005). OBTAINING GLUCOSE FROM YUCCA *Manihot sculenta* STARCH. Obtenido de [file:///C:/Users/Coordinacion%20Credito/Downloads/Dialnet-ObtencionDeGlucosaAPartirDeAlmidonDeYucaManihotScu-6117970%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Coordinacion%20Credito/Downloads/Dialnet-ObtencionDeGlucosaAPartirDeAlmidonDeYucaManihotScu-6117970%20(1).pdf)
- Quitiguiña, Carla, & Santacruz, Stalin. (2012). Obtención de jarabe de glucosa a partir de la hidrólisis enzimática de almidón de banano, *musa cavendish*. Revista Boliviana de Química, 29(1), 55-62. Recuperado en 03 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602012000100005&lng=es&tlng=es.
- Rivera Rodríguez, M., Herrera Ramírez, C. H., & Barquero Quirós, M. (2014). Caracterización fisicoquímica. Tecnología en marcha, 7.
- Sandoval Vegas, M. H., Tenorio Mucha, J., Tinco Jayo, A., Loli Ponce, R., & Calderón Pinillos, S. (2015). Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum*

tuberosum 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v76i1.11070>

Severiano Pérez, P., Gómez Andrade, D. M., Méndez Gallardo, C. I., & Pedrero Fuehrer, D. L. (2010). *Manual de evaluación sensorial*. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MANUAL_31114.pdf

Serna, S. (2008). *Manufactura y control de productos basados en cereales*. México: Agt editor; 1er edición (1 Enero 2008).

Yábar Villanueva, E., Reyes De la Cruz, V., & Casas Vásquez, J. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del tocosh de papa (*Solanum tuberosum*). *Ciencia Agro Alimentaria*, 6.

ANEXOS



Anexo 1: Papa fermentada pelada, cascara y papa fermentada



Anexo 2: Jarabes refinados