

Uso del almidón de papa súper chola (*solanum tuberosum*) en la producción de una bebida alcohólica

Use of super chola potato starch (*solanum tuberosum*) in the production of an alcoholic beverage

Teresa Palacios¹ <http://orcid.org/0000-0001-6223-0141>, tapalacios@uce.edu.ec
Cinthya Ramírez² <http://orcid.org/0000-0001-6223-0141>, cinthya.ramirez@esPOCH.edu.ec
Ana López² <http://orcid.org/0000-0003-4538-1735>, ana.lopez@esPOCH.edu.ec
Verónica Maliza² <http://orcid.org/0000-0003-0107-8902>, veronica.maliza@esPOCH.edu.ec
Elvis Peña² <http://orcid.org/0000-0001-8621-666X>, Elvis.penia@esPOCH.edu.ec
Hannibal Lorenzo Brito Moína^{3*} <http://orcid.org/0000-0001-7536-857X>, hbrito@esPOCH.edu.ec

(1)FIGEMPA, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

(2)Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

(3)GIADE, Riobamba, Ecuador.

*Correspondencia: Hannibal Brito, GIADE, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba, Ecuador, correo electrónico: hbrito@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

Introducción: El Ecuador se encuentra en una crisis económica muy grave, esto por los bajos ingresos obtenidos por la principal fuente productiva que tiene al momento, es decir, por la baja del precio del barril de petróleo a nivel mundial, además del endeudamiento que tiene con organismos internacionales de China y Estados Unidos, es por este motivo, la necesidad de generar fuentes de empleo mediante la implementación de proyectos de emprendimiento, mismos que ayudarán a dinamizar la economía de la zona, por ende del país, por otro lado, la población a nivel nacional tiene un consumo del 3.70% de vodka. **Objetivo:** La presente investigación tiene como objetivo la utilización del almidón de papa súper chola (*solanum tuberosum*) en la producción de una bebida alcohólica (vodka), para lo cual, se ha procedido con la preparación de la malta de cebada (pesado, lavado, humedecido), misma que es mezclada con el almidón de la papa, se alimenta en el fermentador y se adiciona la levadura, se deja fermentar y posteriormente se filtra y destila. **Resultados:** Se obtiene como producto final el alcohol (determinado mediante la espectroscopia infra roja IR) que es analizado físico – químicamente, dando como resultado un alcohol con 40 grados Gay Lusac (°GL), además que sus parámetros cumplen con los estándares de calidad de la norma NTE INEN 369. **Conclusión:** De los análisis realizados se determina que se tiene un rendimiento del 30 % de alcohol, además que es apto para el consumo humano.

Palabras clave: Papa, almidón, levadura, fermentación, destilación, alcohol

ABSTRACT

Introduction: Ecuador is in a very serious economic crisis, this due to the low income obtained by the main productive source that it has at the moment, that is to say, due to the drop in the price of a barrel of oil worldwide, in addition to the indebtedness it has with international organizations in China and the United States, it's for this reason, the need to generate sources of employment through the implementation of entrepreneurship projects, same that will help boost the economy of the area, therefore the country, on the other hand, The national population consumes 3.70 % of vodka. **Objective:** The objective of this research is to use the super chola potato starch (*solanum tuberosum*) in the production of an alcoholic beverage (vodka), for which, the barley malt has been prepared (weighed, washed, moistened), same that is mixed with the potato starch, it is fed in the fermenter and the yeast is added, it is left to ferment and subsequently it is filtered and distilled. **Results:** Alcohol (determined by infra-red IR spectroscopy) is obtained as a final product, which is analyzed physically - chemically, resulting in an alcohol with 40 degrees Gay Lusac (°GL), Furthermore, its parameters comply with the quality standards of the NTE INEN 369 standard. **Conclusion:** From the analyzes carried out it is determined that there is a 30% alcohol yield, Furthermore, it is suitable for human consumption.

Keywords: Potato, starch, yeast, fermentation, distillation, alcohol

1. Introducción

El Ecuador posee una diversidad de pisos altitudinales y de climas que permiten el cultivo de una gran variedad de productos agrícolas (1) que pueden ser usados en la fabricación de bebidas alcohólicas, de esta manera, pueden ayudar a dinamizar la economía del país, uno de ellos es la papa (2), que se cultiva en grandes extensiones, llegando anualmente a 66000 hectáreas sembradas (3), pero la inestabilidad de su producción, origina la oferta y demanda (4) con la disminución y el incremento en el costo respectivamente, cabe mencionar, que la variedad súper chola (*Solanum tuberosum*) (5) es la más plantada y consumida (6) por su comportamiento al momento de cocinarla, freírla o asarla y sus características organolépticas (7), ya que posee un alto contenido de almidón (hidratos de carbono) (8), por lo que, es utilizado en la obtención de bebidas alcohólicas (9), además de su facilidad de fermentación y a los altos rendimientos alcanzados (10), en este contexto se sitúa el presente proyecto de investigación en el aprovechamiento de este tubérculo, como fuente de azúcares (11) para la producción de etanol con la ayuda de microorganismos (12), a través de la fermentación alcohólica (13), siendo un proceso biológico en completa ausencia del oxígeno, cabe mencionar, que las causas por la que este proceso se detiene, es la graduación alcohólica, y esto se debe a la resistencia que tiene la levadura al alcohol. (14).

La producción de etanol se la puede obtener a partir de tres tipos principales de materias primas: materias ricas en sacarosa, en almidón y celulosa (15), estos dos últimos grupos son polisacáridos, que necesitan un pre tratamiento para convertirse en azúcares sencillos para que sean transformados por los microorganismos. (16)

La purificación del etanol obtenido, se realiza mediante la destilación binaria (17), que consiste en la separación de los componentes de una solución, por diferencia de la temperatura de ebullición, es decir, los componentes más volátiles serán los que se separen primero, siendo el resultado el destilado y los componentes menos volátiles el residuo (17), de esta manera la investigación se realizó con el objetivo del uso

de almidón (18) de papa súper chola (*Solanum tuberosum*) para la producción de una bebida alcohólica, mediante la utilización de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para que se efectúe el proceso de fermentación, de esta manera la producción de alcohol de 40 grados Gay Lusac (19). Es así que con el rendimiento obtenido en la producción del etanol a partir del almidón de la papa súper chola se puede implementar una microempresa (20) para dinamizar la economía, especialmente de los productores de este tubérculo.

2. Metodología

Para la obtención del alcohol se utilizó un molino, secador de bandejas, cubas de aluminio de 50 L, una cocina eléctrica, balanza, un fermentador, filtro, una torre de destilación, termómetro, pH – metro y un alcoholímetro.

Malteado

Se procede a realizar el malteado de la cebada, para lo cual, se la pesa, lava de 3 a 4 veces, hasta que el agua utilizada quede totalmente limpia, con un colador se elimina las impurezas, luego se humedece la materia prima hasta cubrirla 5 cm, dejando en reposo por 24 horas, luego se elimina el agua, después se las coloca en bandejas de aluminio, esparciéndolas homogéneamente, a una temperatura de 17 °C, ya que la germinación ocurre al cabo de 6 días, para lo cual, se debe airear la cebada 4 veces durante el día, humedeciéndola, evitando el crecimiento del moho. Una vez que el grano ha germinado (Malta), se seca a 70 °C por 2 horas, produciendo así el efecto de las enzimas, y a 150 °C por 10 min para caramelizar los azúcares, se espera a que se enfríe, luego se procede a moler y tamizar la malta para obtener la harina.

Fermentación

Para la obtención de la bebida alcohólica se mezcla (21) la *Solanum tuberosum* con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y la harina de malta. Se inicia este procedimiento con el lavado, cortado y pesado de la papa, se las introduce en una olla con agua para cocerlas durante 40 minutos a una temperatura de 90 °C, una vez cocidas se escurre y añade agua, para tritularlas obteniendo un puré, el que se

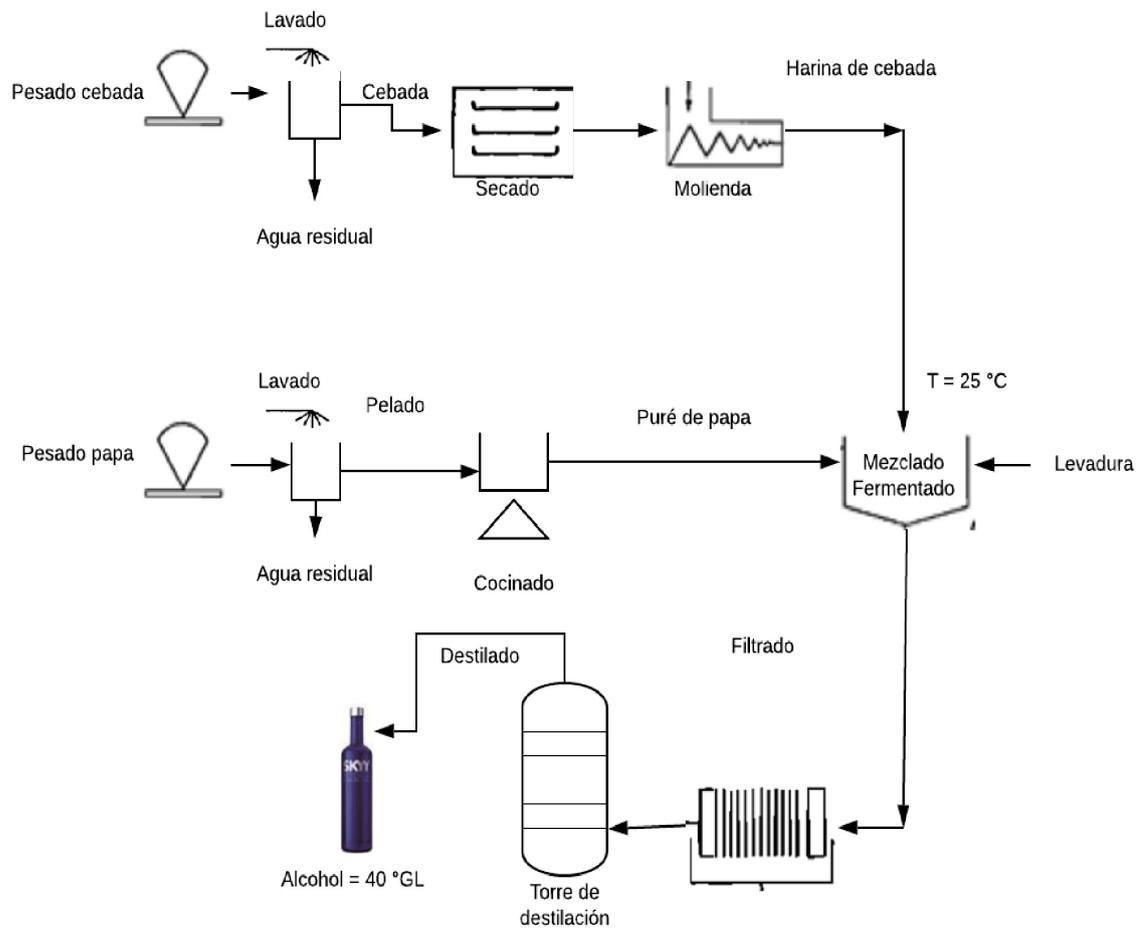


Gráfico 1. Diagrama 1 Proceso de la producción de alcohol

calienta a fuego lento, transcurridos 10 minutos, se añade la harina de malta, se mezcla, para evitar la formación de grumos, luego se calienta hasta que llegue a los $68\text{ }^{\circ}\text{C}$, manteniendo la temperatura en un rango de $63\text{ a }68\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante una hora, se deja reposar por 4 horas, para que actúen las enzimas, después se calienta hasta ebullición para la esterilización de la mezcla (mosto); en el reactor se ubica la mezcla, se tapa dejándola enfriar hasta 25°C , se agrega la levadura, se agita el mosto y se deja en reposo durante 5 días, en los cuales, se medirán los grados Brix, el pH y grados Gay Lussac (22).

Filtración

Una vez fermentado, su producto es llevado a un filtro prensa para separar los sólidos de la mezcla que se encuentran en suspensión, para evitar que tenga impurezas y de esta manera se

facilite el proceso de destilación.

Destilación

El fermentado es destilado en una torre de fraccionamiento, a una temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, una vez que empieza a hervir, se desechan las primeras 20 gotas que salen del equipo (Metanol). Al finalizar este proceso se toma una muestra para realizar las pruebas físico químicas del producto, se utiliza el espectrofotómetro Infra Rojo para determinar la presencia de etanol. El producto final es envasado, etiquetado y almacenado.

3. Resultados

El análisis del alcohol obtenido se realizó a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, características que cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnica NTE INEN 369 2013-11 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VODKA. REQUISITOS, cabe mencionar que la

norma indica que se debe efectuar el análisis a una temperatura de 25 °C de acuerdo a la tabla 1.

En la tabla 2 se tiene como resultado que al decrecimiento de la temperatura disminuye los grados Brix, pero aumenta el grado alcohólico, es decir, que a la temperatura de 22 °C que se realiza el análisis de acuerdo a la norma INEN 369 se tiene un resultado de 40 grados Gay Lusac, mismo que se encuentra dentro del rango de bebidas tipo Vodka.

El análisis de espectroscopia infra roja de la figura 1 efectuado al alcohol obtenido da una lectura de longitud de onda de 3367.1 cm⁻¹, resultado que es comparado con los datos de la tabla 3 de la Spectra Structure Correlations in the Mid and Far infrared, que indica la presencia de grupos OH (etanol) en la muestra.

El valor del pH de 6.51 obtenido de acuerdo a la tabla 5, indica que favorece al crecimiento de las levaduras y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de la presencia de muchos tipos de bacterias.

4. Discusión

De la investigación realizada para la obtención de etanol a partir del almidón de la papa súper chola, se efectúa la comparación de los parámetros del producto obtenido con la norma técnica NTE INEN 369 2013-11, determinando que los valores de las variables analizadas se encuentran dentro de los referenciales de la norma, es decir, que luego del análisis organoléptico determinó las características del aspecto, color, olor y sabor, comparándolo directamente con una muestra de vodka común, teniendo como resultado que

No.	ASPECTO	RESULTADO	
		NORMA TÉCNICA*	ANÁLISIS LABORATORIO
1	Ingrediente	Papa	Papa
2	Color	Transparente	Transparente
3	Olor	Característico	Característico
4	Sabor	Papa	Papa
5	Estado	Líquido	Líquido
6	T Ambiente (°C)	25	22

Tabla 1. Resultados obtenidos del producto elaborado

MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	GRADOS BRIX	GRADOS GAY LUSAC (°GL)
1	68	20.45	8
2	20	18.70	13
3	20	18.34	16
4	20	17.79	20
5	20	17.21	28
6	22	16.25	40

Tabla 2. °Brix y °GL de la fermentación

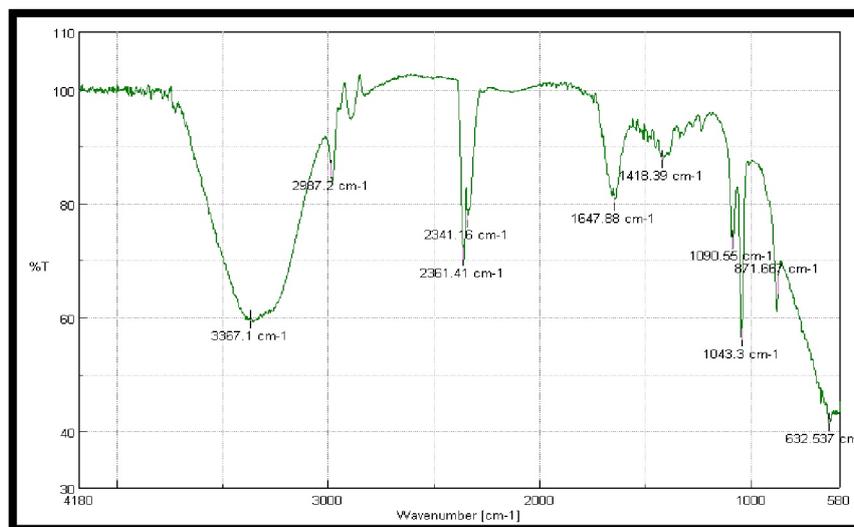


Gráfico 2. Figura 1 Espectro Infra Rojo del alcohol

el aspecto, la consistencia y el color es similar, por otro lado, se debe mencionar que tiene un leve olor a papa. En lo relacionado al sabor es suave, finalmente se determinó que el grado alcohólico fue de 40 grados Gay Lusac al final de la destilación, motivo por el cual, el alcohol obtenido es apto para el consumo humano.

Benavides (2008), especifica que otro factor importante es el papel que juega la levadura en el proceso de fermentación en un rango de temperatura 13 a 35 °C y en este intervalo, cuanto mayor es la temperatura en este rango, mayor será la velocidad del proceso de fermentación, además, existe proliferación de

productos secundarios, en el caso de estudio se mantiene en un rango de temperatura de 20 °C.

La lectura de la longitud de onda de 3367.1 cm-1 del espectro en la región infrarroja, determina la presencia de enlace OH característico de los alcoholes, demostrando con este análisis que se obtuvo etanol a partir del almidón de la papa.

Para la determinación del pH se tomó una muestra de 14 mL, y con el uso de pH-metro se colocó el electrodo sobre la muestra obteniéndose un valor de 7.03 en el proceso de cocción inicialmente al colocar la malta,

No.	Rango [cm-1] and ontensity ^a	Group and class	Assignment and remarks
1	3420 - 3250	-OH in alcohols and phenols	OH stretch; (solids and liquids)

Tabla 3. Datos del análisis de espectroscopia Infra Rojo

Muestra	pH
1	7.03
2	6.73
3	6.51
4	6.51
5	5.96

Tabla 4. Datos de pH

después baja a 6.51 manteniéndose constante, Carmona (2008) sostiene que la fermentación continua satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 5 y 5.9, este pH favorece a las levaduras y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias.

Para el proceso de obtención de etanol, se alimenta 6.5 Kg. de almidón de papa “súper chola”, con 1 Kg. de malta y 18 L de agua destilada, obteniendo 20 L. de la mezcla a

fermentar, obteniendo como resultado 10 L. de alcohol, microorganismos, agua y CO₂, finalmente luego de la destilación se recupera 3.3 L. con un rendimiento del 16.5 % de etanol, que es un valor adecuado para la producción a nivel artesanal.

5. Conclusiones

La investigación realizada determinó que las variables óptimas de proceso para la elaboración de este producto, son una temperatura de destilación es de 92 °C y una presión atmosférica de 542 mmHg para obtener un grado alcohólico de 40 °GL, de esta manera, cumplir con los estándares de calidad para una bebida tipo vodka (graduación alcohólica de 37.5 a 42 °GL, que es el término del número de volúmenes de etanol contenido en 100 volúmenes de agua medido a una temperatura de 20 °C).

El alcohol obtenido tiene un pH ácido de 6.51 que es el adecuado para evitar el crecimiento bacteriano, además se realizó el análisis de espectrofotometría IR que dio como resultado la presencia de etanol en la muestra analizada.

El proceso de obtención de etanol tiene un rendimiento del 16.5 %.

Luego del análisis correspondiente a los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 369, se determinó que el alcohol obtenido es apto para el consumo humano, cumpliendo de esta manera con los más estrictos estándares de calidad.

Referencias bibliográficas

1. Salinas L. Modelo de negocio para una empresa productora de almidón de papa de la provincia de Tungurahua Quito: EPN; 2015.
2. Betancur D. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán. Ciencia y tecnología de los alimentos. 2008.
3. Fundagro. Aspectos tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador Quito: Centro Editorial de la Fundación Simón Bolívar; 1991.
4. Naranjo K, Navarrete P. Estudio de factibilidad para la obtención de alcohol etílico a partir de la producción de papas provenientes del cantón Quero de la provincia de Tungurahua Quero: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2015.
5. Benavides I, Pozo M. Elaboración de una Bebida Alcohólica Destilada (Vodka) a partir de tres variedades de Papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de Enzimas Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2011.
6. Alarcón H, Arroyo E. Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2016 julio; 82(3).
7. Romero M, Bezada W. Estudio para la obtención de polvo base a partir de la cáscara de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) con genes ppRRAc para la elaboración de bebidas hidratantes Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2014.
8. Agudelo M. Estudio de la incidencia del empaque en la vida útil de la fécula de papa (*Solanum tuberosum*): UNAD; 2004.
9. Ponce E. Papa chilena, el vodka y su influencia en la Segunda Guerra Mundial: frente ruso. Idesia (Arica). 2011; 29(3): p. 117-124.
10. Martínez C, Moreno U. Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. Bras. Fisiol. Veg. 1992; 4: p. 33-38.
11. Alcázar S, Meireles. Propiedades fisicoquímicas, modificaciones y aplicaciones de almidones de diferentes fuentes botánicas. Ciencia y tecnología de los alimentos. 2015.

12. Brito H, et al. Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero. In ; 2017 septiembre; Riobamba.
13. Brito H, et al. Diseño y construcción de un clarificador para la bebida del Tzawar Mishki en la producción de alcohol. In ; 2017; Riobamba.
14. Carmona E. A comienzos del siglo XVI, en todas las casas solariegas se destilaba vodka Barcelona: La nueva España; 2008.
15. Brito H, et al. Obtención de alcohol a partir de remolacha. European Journal of Scientific Research. 2016.
16. Galbe M, Zacchi G. A review of the production. Appl. Microbiol. Biotech. 2002;; p. 618-628.
17. Brito H. Texto Básico de Operaciones Unitarias II Riobamba: Docucentro ESPOCH; 2001.
18. Surco F. Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: Mashua (*tropaeolum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus Tuberosus*) para su aplicación tecnológica Lima; 2004.
19. Asturizaga Y, Bocanegra C. Evaluación de los rendimientos en el proceso de obtención de alcohol a partir de la harina de ñame (*Dioscorea Bulbifera*, Trífida) por vía enzimática Sincelejo; 2008.
20. Cruz L, Millones J. Proyecto de inversión para la instalación de una planta productora de alcohol de papa en la provincia de Chota Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2014.
21. Brito H. Texto Básico de Operaciones Unitarias I Riobamba: Docucentro ESPOCH; 2000.
22. Benavides I, Pozo M. Elaboración de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas Ibarra; 2008.
23. Fernández J. Estructura y función de los hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa." Ampliación de Tecnología de los Alimentos; 2005.
24. Hernández M, et al. Caracterización físico-química de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Ciencia e Tecnología de Alimentos Yucatán.
25. Velásquez Barreto F, Velezmoro C. Propiedades reológicas y viscoelásticas de almidones de tubérculos andinos. 2017 septiembre.
26. Granada L. El alcohol carburante; 2005.
27. Espinoza J. Evaluación de la influencia del periodo de almacenamiento de papa (*Solanum tuberosum*) variedad superchola, en las propiedades de gelificación y retención de agua de su harina precocida Quito: Universidad de las Américas; 2019.
28. Herrera S. Obtención del vodka por hidrólisis enzimática a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) de las variedades huagalina y tumbay Callao: Repositorio UNAC; 2019.
29. Sosa W, Benavides D, Pantoja R. Evaluación de biomasa residual de papa (*Solanum tuberosum*) como sustrato para la producción de etanol hidratado. Scholarly Journals. 2016; 23.