



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINUSTRIAS

ARTÍCULO CIENTÍFICO

OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA

Smallanthus sonchifolius Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL.

Autor: Estrada Arias Joel Agustín

Director: Ing. Ángel Satama MSc.

Asesores: Ing. Nicolás Pinto, MSc.

Dra. Lucía Yépez, Msc.

Ing. Jimmy Cuarán, Mg.I.

Ibarra-Ecuador

2017

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



NOMBRE: Estrada Arias Joel Agustín

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 172522575-7

FECHA DE NACIMIENTO: 20 de Mayo de 1991

ESTADO CIVIL: Soltero

DIRECCIÓN: Calle 28 de Julio y Cardenal de la Torre

TELÉFONO: 0990800013

E-MAIL: joestradaa_13@ymail.com

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA - UTN

ESTRADA ARIAS JOEL AGUSTÍN, "OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL". TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Agroindustrias. Ibarra, 02 de marzo del 2017.

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama MSc.

La presente investigación tuvo como objetivo obtener una bebida nutracéutica de jícama *smallanthus sonchifolius* y evaluar su tiempo vida útil.

Ibarra, 02 de marzo del 2017



Ing. Ángel Satama MSc.
Director de Tesis



Joel Agustín Estrada Arias
Autor

RESUMEN

La investigación consistió en obtener una bebida nutracéutica de jícama *smallanthus sonchifolius* y evaluar el tiempo de vida útil; la bebida se desarrolló estableciendo dos fases de estudio, la primera se trató de controlar el pardeamiento enzimático y pH utilizando dos niveles de ácido cítrico (0,15% y 0,30%) y en la segunda fase se trató de mejorar las características organolépticas de la bebida, para ello se empleó dos dosis de sacarina (0,006% y 0,009%) y dos tipos de saborizante (manzana y piña). Se aplicó el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) en arreglo factorial (AxB)+1 (testigo) con tres repeticiones. La jícama recién cosechada presenta sabor ligeramente dulce, es necesario procesarla inmediatamente después de realizada la cosecha para conservar sus propiedades nutracéuticas.

La raíz de jícama recién cosechada a los 8 meses de madurez, contiene el 90% agua, 10°Brix de sólidos solubles, 63,20 mg/100 g de acidez titulable expresada como ácido oxálico, 6,30 de pH y un contenido de 6,06 g/100g de fructooligosacáridos, condiciones óptimas para elaborar la bebida.

En el procesamiento, se utilizó ácido ascórbico para controlar el pardeamiento enzimático causado por la enzima polifenoloxidasa presente en la raíz, además de aditivos que mejoraron las características organolépticas. Se obtuvo como mejor tratamiento T3 (0,009% y saborizante de manzana) que contiene 6,25 g de azúcares reductores libres por cada 100 g de bebida, 4,72 mg de calcio/litro 4,03 mg de magnesio, 6,13 g de fructooligosacáridos por cada 100 ml de muestra principalmente; estos resultados comparados con otras investigaciones son similares, con diferencias menores debido a las condiciones del cultivo principalmente. El tiempo de vida útil del mejor tratamiento (T3) corresponde a 15 días, período en el cual conserva los parámetros físico químicos, microbiológicos y nutracéuticos.

Palabras clave: nutracéutica, polifenoloxidasas, madurez comercial, cultivos andinos., bebidas.

ABSTRACT

The research consisted of obtaining a nutraceutical drink of jicama *smallanthus sonchifolius* and evaluating the shelf life; The beverage was developed by establishing the phases of study, the first

was to control enzymatic calving and the pH used citric acid levels (0.15% and 0.30%) and in the second phase it was tried to improve the characteristics Organoleptic beverages, for the use of two doses of saccharin (0.006% and 0.009%) and two types of flavoring (apple and pineapple). The Completely Random Design (D.C.A.) was applied in factorial arrangement (AxB) +1 (control) with three replicates. The newly harvested jicama has a slightly sweet taste, and must be processed immediately after harvest to preserve its nutraceutical properties.

The freshly harvested jicama root at 8 months of maturity contains 90% water, 10 ° Brix of soluble solids, 63.20 mg / 100 g of acid freely expressed as oxalic acid, pH 6.30 and a content of 6, 06 g / 100 g fructooligosaccharides, optimum conditions for making the beverage.

In the processing, ascorbic acid was used to control the enzymatic calving caused by the polyphenoloxidase enzyme present in the root, in addition to additives that improved the organoleptic characteristics. The best treatment was T3 (0.009% and apple flavor) containing 6.25 g of free reducing sugars per 100 g of beverage, 4.72 mg of calcium / liter, 4.03 mg of

magnesium, 6.13 g Fructooligosaccharides per 100 ml of sample mainly; These results compared with other investigations are similar, with minor differences for the culture conditions mainly. The useful life of the best treatment (T3) corresponds to 15 days, period in which the physical, chemical, microbiological and nutraceutical parameters are preserved.

Key words: nutraceutical, polyphenoloxidases, commercial maturity, Andean crops., Beverages.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país con una gran biodiversidad en el cual se pueden producir infinidad de productos hortofrutícolas con gran potencial agroindustrial, uno de ellos es la jícama, raíz subutilizada debido al desconocimiento de los productores, por ello es usada en algunos casos como cerca viva o sembrada como planta ornamental, este inconveniente es muy frecuente en el Ecuador, representa considerables desventajas para los productores de las comunidades que comprenden el Biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo, ya que se desperdician sus propiedades nutritivas y medicinales.

JÍCAMA

La jícama es una planta arbustiva nativa de los Andes, domesticada por la población prehispánica que hizo parte del Tahuantinsuyo, y en la actualidad muy conocida por la población indígena y campesina de la sierra, por el dulzor de sus raíces engrosadas que se consumen frescas, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura. (Suquilanda, 2011)

Entre el 85 y el 90% en peso fresco de las raíces, se encuentra en forma de agua. A diferencia de la mayoría de tubérculos comestibles, los mismos que presentan un alto contenido de almidón, la jícama almacena sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS), azúcares comunes (fructosa, glucosa y sacarosa), y no en forma de almidón. (Recalde, 2010)

ESTADO DE MADUREZ

Durante la maduración en algunas frutas aumenta la concentración de sólidos solubles, sobre todo en los azúcares y un descenso importante en la acidez. Por esto, la razón Brix/acidez aumenta cuando avanza la maduración, y se toma universalmente como índice de madurez (IM). (Badui, 2013).

A los 30 días de almacenamiento en condiciones ambientales y en refrigeración, la disminución de los Fructooligosacáridos alcanza el 39%. Para el aprovechamiento óptimo de estos azúcares, es recomendable utilizar la raíz inmediatamente después de la cosecha, la misma que debe realizarse entre los 8 a 9 meses de cultivo, cuando el contenido de FOS es máximo. Esta última recomendación es aplicable a plantas cultivadas bajo las condiciones de: 2.500-3.100 m de altitud y (12°C - 18°C) de temperatura. (Villacrés, et al. 2007)

REQUERIMIENTOS DE LA MATERIA PRIMA DESTINADA AL PROCESAMIENTO

Cuando las frutas y hortalizas tienen el estado de madurez con las características para obtener un producto procesado se dice que poseen la madurez de procesamiento, el cual varía de acuerdo con el producto en cuestión. Para la obtención de jugos, néctares, bebidas, purés, mermeladas, jaleas, etc., en los que la fruta debe desintegrarse durante la elaboración del producto, es conveniente utilizar fruta con un estado de madurez más avanzado de manera que, por una parte, tenga una suavidad que facilite su desintegración (molienda, prensado y despulpado) y, por otra, posea un sabor y un aroma bien

desarrollados, que permitan la obtención de un producto con las óptimas características sensoriales. (Molina, 2012).

BEBIDAS

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen beneficios para la salud y la prevención de enfermedades; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural) o pueden adicionarse nutraceuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que le confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto. (Terán, 2014)

BEBIDAS NUTRACÉUTICAS

El término nutraceutico, deriva de la conjunción de las palabras nutrición y farmacéutico. Se refiere a compuestos cuyo consumo beneficia la salud del humano, y en este sentido se deben incluir los fitoquímicos. Pueden estar presentes de manera natural en los alimentos o bien sintetizarse químicamente y emplearse como aditivos. Los beneficios de muchos nutraceuticos no están todavía totalmente comprobados y en otros casos sólo se obtienen con megadosis que no siempre se pueden consumir. (Badui, 2012)

Las bebidas nutraceuticas representan uno de los mercados de más rápido crecimiento anual en el mundo, alcanzando una tasa de crecimiento anual compuesta del 13.6% entre 2002 y 2007. El principal criterio para la aceptación de este tipo de bebidas son los análisis químicos y sensoriales. La formulación de bebidas de calidad alta, sensorialmente aceptables, es importante para que un nivel adecuado de consumo pueda favorecer la promoción de la salud y prevención de enfermedades (Rochín, Milán, Gutiérrez, et al., 2015).

LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS)

Las moléculas prebióticas líderes en el mercado alimentario europeo son los fructooligosacáridos (FOS). Son oligómeros compuestos en su mayoría por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -glicosídicos, con una molécula de glucosa en su extremo reductor. (Lafraya, 2011)

La raíz de jícama tiene un alto contenido de Inulina y Fructooligosacáridos (FOS) (polímeros de fructosa) los cuales no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa, excelentes para

las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos; contiene también, minerales como el potasio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, sodio, calcio y cobre; entre las vitaminas los que se encuentran en mayor cantidad son la vitamina C, tiamina, riboflavina y la niacina. (ULAM, 2014)

“La mayoría de los efectos beneficiosos del consumo de jícama se han atribuido a su contenido de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos, y antioxidantes”. (Campos, et al. 2012)

PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático consiste en la formación de polímeros pardos o negros a partir de sustratos fenólicos, con presencia de enzimas específicas. Es un proceso rápido y requiere del contacto del tejido con el oxígeno. Es catalizado por enzimas y ocurre en los tejidos vegetales principalmente. Las enzimas responsables de la oxidación enzimática son: fenolasas, polifenolasas y polifenoloxidasas. Generalmente el sistema polifenolasas es una mezcla de varias enzimas y su pH óptimo de actividad es cercano a 7. (Medin, & Medin, 2011)

Durante el pelado y el procesamiento de la jícama la superficie recién cortada sufre de

dorado rápido. Esto puede estar relacionado con su contenido de compuestos fenólicos y la actividad de la polifenoloxidasa endógena (PPO), la principal enzima implicada en el pardeamiento enzimático de jícama. (Rodríguez, et al. 2014)

PREVENCIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Para controlar los fenómenos de pardeamiento, hay que minimizar el estrés por lesión, que también favorece la entrada y el desarrollo de microorganismos. Otras técnicas de prevención se basan en la utilización de inhibidores químicos. Así, compuestos reductores como el ácido ascórbico, el ácido cítrico o los compuestos azufrados (sulfito, cisteína) son utilizados en 4ta gama por su efecto potencialmente inhibidor de las PPO. (Jeantet & Schuck, 2013)

VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO ELABORADO

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. (Choto, 2012)

Las pruebas para determinar la vida útil de un producto se hace con muestras que se someten a condiciones parecidas a las que se encontrarían en el período de tiempo que va desde su producción hasta su consumo. (Coles, McDowell & Kirwan, 2004)

Los métodos acelerados de la estimación de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. (Choto, 2012)

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se realizó en las instalaciones del laboratorio de frutas y hortalizas de las Unidades Edu-productivas de la Carrera de Agroindustrias de la FICAYA, de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia El Sagrario, Cantón Ibarra, Provincia de Ibabura.

Para el estado de madurez se procedió a medir el contenido de sólidos solubles, acidez titulable y pH en diferentes etapas del cultivo (7, 8 y 9 meses), para conocer los porcentajes que resultan favorables y obtener el mayor aprovechamiento de las propiedades que posee la raíz.

Se analizó el contenido de Fructooligosacáridos en la materia prima y producto terminado. Se planteó dos fases de estudio, en la primera se evaluaron 2 tratamientos: T1 (0,15% ácido cítrico) y T2 (0,30% de ácido cítrico),

En la segunda fase de estudio se evaluaron 4 tratamientos y un testigo de zumo natural: T1 (0,006% de sacarina y saborizante de manzana), T2 (0,006% de sacarina y saborizante de piña), T3 (0,009% de sacarina y saborizante de manzana), T4 (0,009% de sacarina y saborizante de piña)

El contenido de Fructooligosacáridos se determinó por el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

La vida útil de la bebida de jícama se determinó en base al cambio que sufrieron sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas como: sólidos solubles, acidez titulable, recuento estándar, mohos y levaduras del producto almacenado a

temperaturas de 17,70 °C y 40,00 °C en el mejor tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La investigación “Obtención de una bebida nutracéutica de jícama *smallanthus sonchifolius* y evaluación de su vida útil” define los siguientes resultados:

ESTADO DE MADUREZ DE LA JÍCAMA

El estado de madurez de la jícama previo a su proceso de obtención de bebida presenta los siguientes resultados:

Tabla 1. Estado de madurez en diferentes etapas de la raíz de jícama.

ETAPA	pH	Acidez Titulable (%)	Sólidos solubles (°Brix)
MES 7	6,26	0,099	8,50
MES 8	6,30	0,090	10,00
MES 9	6,72	0,062	10,20

En la tabla 1 correspondiente a las variables de pH, acidez titulable y °Brix, se tomó en cuenta como referencia lo expuesto por Marcial (2008), quien asegura que los fructooligosacáridos disminuyen a partir de los 8 hasta los nueve meses y muestran una recuperación hasta los 11 meses, cuando nuevamente decrecen, se aceptan las

cantidades de °Brix a los 8 meses, etapa en la cual este contenido es óptimo.

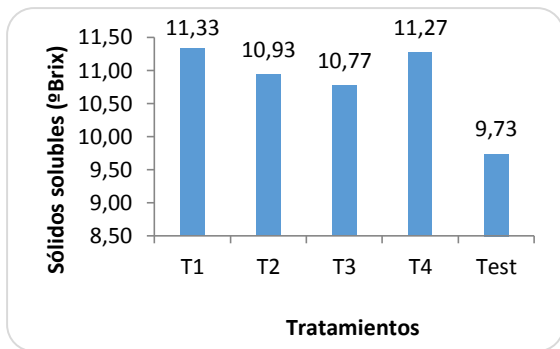
El estado de madurez comercial de la jícama fresca, proveniente del biocorredor Pisque-Mojanda-San Pablo sector Tupigachi del productor Silverio Cuascota, utilizada en esta investigación, corresponde a una plantación de 8 meses, registra 10 °Brix de concentración de sólidos solubles, 63,20mg/100ml de acidez titulable (expresada como ácido oxálico), 6,30 de pH.

ANÁLISIS DE DATOS DE LA PRIMERA FASE DE DEGUSTACIÓN

Con el fin de identificar el mejor nivel de control (0,15% y 0,30% de ácido cítrico), de características visuales en el aspecto de la bebida de jícama, se realizó el análisis sensorial, determinándose que el 0,15% es el nivel más apropiado para controlar el pardeamiento enzimático, debido a que mantiene las características de color y aspecto de la materia prima en la bebida obtenida.

RESULTADOS DE EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE LA BEBIDA DE JÍCAMA

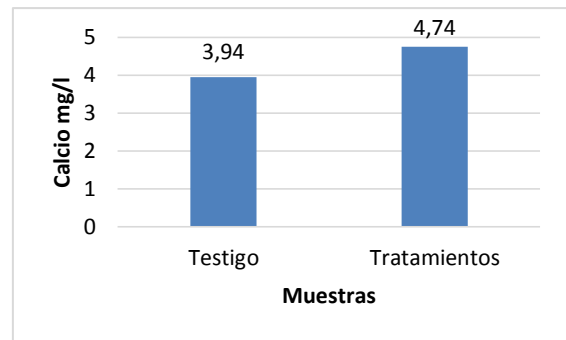
Gráfico 1. Comportamiento de sólidos solubles en la bebida de jícama.



El resultado obtenido tiene variación entre tratamientos, este cambio está influenciado especialmente por el tamaño de las raíces utilizadas para cada uno, ya que según menciona Manrique, Párraga & Hermann (2005) en la distribución de sólidos solubles dentro de la raíz existe un gradiente de concentración decreciente desde la parte interna hacia la externa.

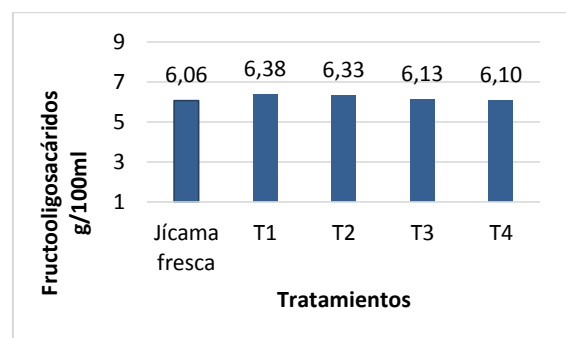
Los resultados obtenidos de azúcares reductores libres de la bebida nutracéutica de jícama (5,92%), muestran valores similares con el estudio realizado por Hincapié, et al. (2012) en la investigación de bebida energizante a partir de borjón, arrojando un resultado de 7,2% predominando la fructosa y glucosa. Al comparar estos valores con los de Burciaga (2001) en su estudio de comportamiento físico-químico durante el desarrollo de jícama, obtuvo valores de $7,50 \pm 2,90$ g/100g en base húmeda, se observa que son valores similares.

Gráfico 2. Comparación del Testigo vs Resto en el contenido de Calcio.



El contenido de calcio de la bebida de jícama resultó 4,74 mg/l., este valor es similar al difundido por Burciaga (2001) en la investigación de comportamiento físico - químico durante el desarrollo de la jícama con un valor de $4,98 \pm 1,97$ mg/100g en base húmeda a los 165 días de producción. Tomando en consideración que el valor de calcio obtenido en el zumo natural de la bebida de jícama (testigo) equivalente a 3,94 mg/l, observándose que los resultados de la bebida son superiores al testigo; esto se relaciona directamente con las condiciones de la materia prima usada como unidad experimental para cada tratamiento.

Gráfico 3. Comparación de los tratamientos y testigo en el contenido de fructooligosacáridos.



En esta investigación el contenido de FOS determinado por el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en la jícama fresca es 6,06 g/100ml y en los tratamientos el valor promedio es de 6,24 g/100ml, similar a los resultados de 8,40 g/100ml en jugo dietético y funcional de jícama de autoría de Villacrés, et al. (2007), de igual manera en investigaciones como la de Huiman & Luna (2014) en la composición de raíces de jícama frescas para la implementación de una planta elaboradora de jarabe, publica valores de 6 a 12 g/100g. La variación se debe a la variedad, tipo de suelo, condiciones climáticas y tamaño de la raíz.

VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA DE JÍCAMA

Gráfico 4. Variación del tiempo vs °Brix a temperatura ambiente.

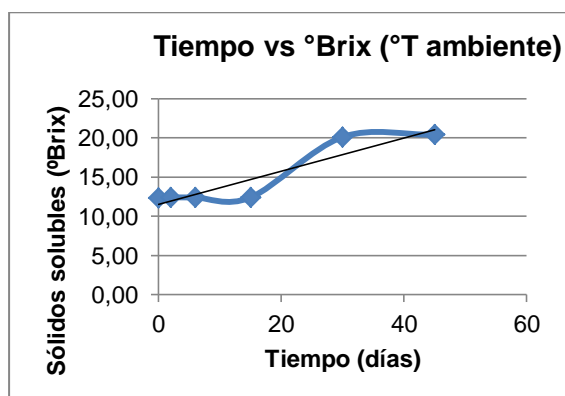
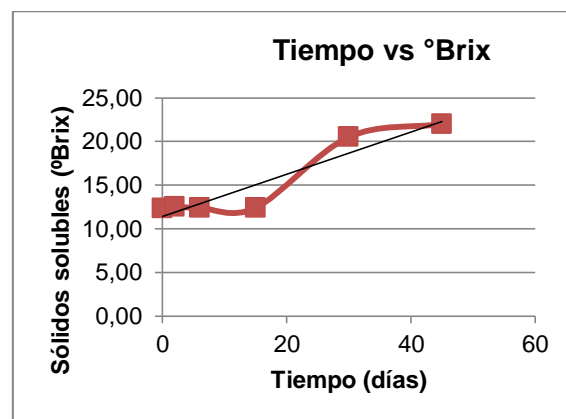


Gráfico 5. Variación del tiempo vs °Brix a 40°C



En los gráficos 4 y 5 se observa una variación en sólidos solubles, variable medida durante 45 días, el cambio existente en esta variable puede ser debido a la reducción de Fructooligosacáridos transformándose en fructuosa, además de otros azúcares por la acción de la luz solar y temperatura; según estudios realizados en la Universidad de Colombia por Polanco, M. (2011), los fructooligosacáridos se encuentran en las raíces de jícama, pero su contenido decrece rápidamente una vez se cosechan, aumentándose la fructuosa, este proceso se reduce cuando se almacenan con una humedad relativa del 90% y temperatura menor a 8°C, (Narai-Kanayama, 2007).

El resultado del recuento de microorganismos en la bebida de jícama a los 4, 7, 11 y 15 días demuestra que la misma en los últimos días, sobrepasa los

requisitos microbianos para productos pasteurizados según la norma NTE INEN 2337:2008, razón por la cual sufre un cambio de acidez, por lo tanto se observa que la vida útil de la misma realizado por el método de condiciones aceleradas y verificado por recuento de microorganismos es de 15 días.

CONCLUSIONES

El estado de madurez comercial de la jícama fresca, proveniente del biocorredor Pisque-Mojanda-San Pablo sector Tupigachi, utilizada en la investigación presenta una etapa de madurez de 8 meses, periodo en el cual la acidez, pH y el contenido de fructooligosacáridos (FOS) de mayor importancia alcanzan sus mejores condiciones para su procesamiento como bebida.

En el proceso de elaboración de la bebida de jícama, correspondiente a 15 etapas, permitieron desarrollar un producto de calidad nutricional con un rendimiento del 69,22%; el control del pardeamiento enzimático es la operación de más riesgo en los procesos de troceado y despulpado, debido a la concentración alta de enzimas que ocasionan cambios significativos en las características organolépticas, se incorporó 0,15% de ácido cítrico y 0,04%

de ácido ascórbico como potenciales inhibidores químicos de las PPO.

La calidad de la bebida nutracéutica de jícama está definida por su composición físico química; el mejor tratamiento T3 contiene 6,25g de azúcares reductores libres /100g de bebida, 4,72 mg de calcio/litro, 4,03 mg de magnesio/ litro, 123,13 mg de potasio/litro de bebida y una cantidad de 6,13 g de fructooligosacáridos/100ml de muestra; variables que inciden en las características organolépticas y hacen de este tratamiento el de mayor contenido nutracéutico.

Los parámetros microbiológicos analizados en los mejores tratamientos (T1, T2 y T3) de la bebida de jícama demuestran el manejo aséptico del experimento, la pasteurización lenta garantiza la calidad y consumo de la bebida, lo que facilita la adopción de la tecnología para el escalonamiento por parte de los productores que integran el Biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo.

El contenido de fructooligosacáridos en la materia prima luego de un muestreo exhaustivo resultó en un valor referencial de 6,06 g/100ml, mientras que el valor del producto final promedio fue de 6,24

g/100ml; la diferencia mínima se relaciona con el tamaño de la materia prima utilizada para la elaboración del producto y la distribución de sólidos solubles que existe en su interior.

Los fructooligosacáridos (FOS) soportan temperaturas superiores a la utilizada en la pasteurización (65°C), razón por la cual estos componentes no sufren alteración alguna en las etapas posteriores del proceso de elaboración de la bebida nutracéutica.

El tiempo de vida útil del mejor tratamiento (T3) en lo concerniente a parámetros físicos químicos y microbiológicos, corresponde a 11 días, período en el cual la bebida conserva su calidad nutracéutica.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios con otras variedades de jícama, existentes en otros sectores del país, considerando el tamaño de la materia prima, con la finalidad de comparar el contenido de FOS y aplicar en otros productos con valor agregado.

Realizar estudios de vida útil de las bebidas con jícama, considerar el tipo de

envase y el efecto de degradación de los azúcares.

Realizar estudios en control de pardeamiento enzimático en raíz de jícama, usando métodos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.

Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: Pearson.

Burciaga, H. (2001). Comportamiento físico-químico durante el desarrollo del tubérculo de jícama . Monterrey, México.

Choto, E. (2012). Diseño del proceso de elaboración de una bebida nutritiva a base de machica y leche para la Molinera San Luis. Riobamba, Ecuador.

Coles, R. M. (2004). *Manual del envasado de alimentos y bebidas*. Madrid, España: Mundi-prensa.

Cuascota, S. (15 de Marzo de 2015). Tiempo de cosecha de la Jícama en la comunidad Agualongo - Tupigachi. (J. E. A., Entrevistador)

- Hernández, J. (2011). *Toxicología alimentaria: Aditivos Alimentarios*. Madrid, España.
- Hincapié, G. P. (2012). Elaboración de una bebida energizante a partir de borojó. *Revista Lasallista de investigación*, 41.
- Huiman, V. &. (Diciembre de 2014). Proyecto de instalación de una planta elaboradora de jarabe de yacón. *ISSN*, 151.
- Jeanet, C. &. (2013). *Ciencia de los alimentos*. Madrid: Acribia.
- Kader, A. &. (2011). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. California: Universidad de California.
- Lafraya, A. (2011). Análisis molecular, modificación funcional y producción de enzimas susceptibles de ser utilizadas en la síntesis de fructooligosacáridos. Valencia, España: CSIC.
- Manrique, I., & Párraga, A. &. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y procesamiento*. Lima: CIP.
- Marcial, N. (Enero de 2008). Desarrollo de tecnología para la elaboración de jarabe con alto contenido de FOS a partir de la jícama. Quito, Pichincha.
- Medin, R. &. (2011). *Alimentos, introducción técnica y seguridad*. Buenos Aires: Ediciones Turísticas.
- Molina, E. &. (2012). *Procesamiento térmico de frutas y hortalizas*. México: Editorial Trillas.
- Polanco, M. (08 de Junio de 2011). Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la eco región eje cafetero de Colombia. *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la eco región eje cafetero de Colombia.*, 18. Palmira, Valle del Cauca, Colombia: UNC.
- Recalde, D. (Octubre de 2010). Elaboración de una bebida Alcohólica de jícama y manzana. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rochín, J. M. (Enero de 2015). Bebida funcional de valor nutricional / nutracéutico alto elaborada a partir de una mezcla de granos integrales (maíz+garbanzo) extruidos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 52.
- Rodrigues, O. A. (2014). Prevention of enzymatic browning of yacón flour by the combined use of anti-browning agents and the study of its chemical composition. *Food Science and Technology*, 275.

Seminario, J. &. (2002). Curso Nacional del Cultivo y aprovechamiento de la Jícama. *CIP, COSUME, PYMAGROS*, (pág. 115). Cajamarca.

Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos*. Cotopaxi, Ecuador.

Terán, W. &. (2014). Elaboración de una bebida funcional a base de cebada y cacao en polvo, edulcorado con stevia. Ecuador.

ULAM. (15 de Junio de 2014). Programa de Investigación y Proyección Social de Raíces y Tuberosas. La Molina: ULAM.

Villacrés, E. R. (2007). Jícama, raíz andina con propiedades nutraceuticas. *Boletín técnico INIAP*.