



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DEL EDULCORANTE SÓLIDO
OBTENIDO A PARTIR DE LA JICAMA (*Pachyrhizus erosus*)

Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero
Agroindustrial, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de
Ingeniería Agroindustrial

AUTOR:

Remigio David Yépez Gavi

DIRECTOR:

Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD

Guaranda – Ecuador

2016

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DEL EDULCORANTE SÓLIDO
OBTENIDO A PARTIR DE LA JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus*)**

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Vásquez', is written over a horizontal dotted line.

**Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD
DIRECTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Gaibor', is written over a horizontal dotted line.

**Ing. Juan Gaibor (Msc)
BIOMETRISTA**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Eloy Bonilla', is written over a horizontal dotted line.

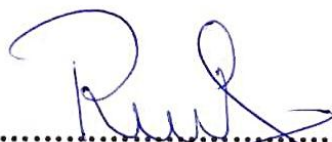
**Lic. Juan Eloy Bonilla (Msc)
REDACCIÓN TÉCNICA**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Remigio David Yépez Gavi, con número de cédula 020198241-0, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

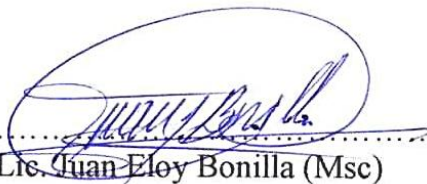
Julio del 2016



.....
Remigio David Yépez Gavi
CI: 020198241-0



.....
Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD
Director
CI: 020085252-3



.....
Lic. Juan Eloy Bonilla (Msc)
Redacción Técnica
CI: 020115994-4

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico de todo corazón para mi madre por guiarme en cada paso de mi vida ayudándome en los momentos más difíciles a superar los obstáculos que se han presentado siendo el ejemplo como padre y madre al mismo momento con sus sanos consejos.

A mis hermanos en especial para Ángel Vidal Gavi por ser un apoyo de cada día con sus valores como son la honestidad, responsabilidad y constancia los cuales me ha servido para cumplir esta meta el de llegar a ser un profesional y seguir luchando en adelante.

A mi Tío Julio Yépez por estar pendiente en cada momento, apoyándome con su valor moral con sus gestos de alegría y a todos mis buenos amigos, personas que contribuyeron de alguna manera dentro de mi vida estudiantil y fuera de ella.

Remigio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar por los conocimientos impartidos dentro de las aulas para cumplir esta meta propuesta para llegar a ser profesional.

A los maestros del laboratorio de investigación, complejo agroindustrial por darme las facilidades para realizar la parte experimental, facilitando con equipos y materiales que se han utilizado.

A los miembros del tribunal del proyecto de investigación: PhD. Hugo Vásquez Coloma, Director por brindarme su apoyo; Ing. Juan Gaibor Biometrista por ayudarme en todo el proceso de la investigación, principalmente en la parte experimental; Lic. Juan Eloy Bonilla a cargo de Redacción Técnica por su aporte para que se cumpla esta investigación.

A mis familiares, amigos que me han brindado su apoyo incondicional y a mis compañeros que me apoyaron de una u otra manera.

Remigio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
II. PROBLEMA.....	4
III. MARCO TEORICO.....	6
3.1. La jícama.....	6
3.1.1 Generalidades.....	6
3.1.1.1 Nombres comunes.....	7
3.1.1.2 Cultivo.....	7
3.1.1.3 Clima.....	8
3.1.1.4 Época de siembra.....	8
3.1.1.5 Manejo de plagas y enfermedades.....	8
3.1.1.6 Cosecha.....	9
3.1.1.7 Manejo de Pos- cosecha.....	10
3.1.2 Características.....	11
3.1.2.1 Descripción botánica.....	11
3.1.2.2 Clasificación botánica.....	11
3.1.2.3 Composición química.....	12
3.1.2.4 Composición química y valores nutricionales.....	13
3.1.2.5 Hojas.....	13
3.1.2.6 Raíces.....	13
3.1.3 Cultivo de jícama en México.....	14
3.1.3.1 Cultivo de jícama en Ecuador.....	15
3.1.3.2 Cultivo de jícama en la provincia Bolívar.....	16
3.1.3.3 Cultivo de jícama en la parroquia San Simón.....	16
3.1.4 Utilización de la jícama.....	16
3.1.5 Beneficios.....	17
3.1.6 Jícama como edulcorante.....	18

3.1.7	Los frútanos.....	18
3.2	Edulcorantes.....	19
3.2.1	Concepto.....	19
3.2.2	Clasificación.....	19
3.2.2.1	Edulcorantes nutritivos.....	19
3.2.2.2	Edulcorantes no nutritivos.....	19
3.2.2.3	Edulcorantes naturales o calóricos.....	20
3.2.2.4	Edulcorantes artificiales o no calóricos.....	20
3.2.2.5	Agentes de cuerpo.....	20
3.2.2.6	Edulcorantes intensivos.....	21
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	24
4.1	Materiales.....	24
4.1.1	Localización de la investigación.....	24
4.1.2	Situación geográfica y climática.....	24
4.1.3	Zona de vida.....	25
4.1.4	Material experimental.....	25
4.1.5	Materiales de planta.....	25
4.1.6	Materiales de campo.....	25
4.2	Factor en estudio.....	26
4.2.1	Tratamientos.....	26
4.2.2	Tipo de diseño experimental.....	26
4.2.3	Metodología.....	28
4.3	Tipo de análisis.....	32
4.3.1	En la materia prima.....	32
4.3.2	En el producto terminado.....	32
V.	Resultados y Discusión.....	35
5.1	Obtención del edulcorante sólido a partir de la jícama.....	35
5.2	Mediciones experimentales.....	36
5.2.1	En la materia prima.....	36

5.2.2	En el producto terminado.....	37
5.3	Determinación de los principales carbohidratos presentes en el edulcorante sólido.....	42
	Relacionar la calidad del carbohidrato de jícama con la sacarosa de caña de azúcar,	
5.4	panela granulada y estevia.....	49
VI.	COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	56
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
7.1	Conclusiones.....	57
7.2	Recomendaciones.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS N°		PÁG.
Tabla 1	Control de plagas de la jícama.....	9
Tabla 2	Composición química proximal de la raíz de Jícama.....	12
Tabla 3	Contenido de minerales de la raíz de Jícama.....	12
Tabla 4	Contenido de carbohidratos de la raíz de la Jícama.....	12
Tabla 5	Contenido de vitaminas de la raíz de la Jícama.....	13
Tabla 6	Tipos de edulcorantes según su función.....	22
Tabla 7	Detalle de la localización de la investigación.....	24
Tabla 8	Detalle de la situación geográfica y climática.....	24
Tabla 9	Tratamientos desarrollados en la investigación.....	26
Tabla 10	Fuente de variación y grados de libertad.....	27
Tabla 11	Concentración de sólidos solubles.....	35

Tabla 12	Análisis de pH en el jugo.....	36
Tabla 13	Concentración de sólidos solubles en el jugo (Brix).....	36
Tabla 14	Análisis de acidez en el jugo.....	37
Tabla 15	Análisis de pH en el edulcorante sólido.....	37
Tabla 16	Concentración de sólidos solubles en el edulcorante sólido.....	38
Tabla 17	Análisis de acidez en el edulcorante sólido.....	38
Tabla 18	Humedad en el edulcorante sólido.....	39
Tabla 19	Análisis de mohos y levaduras en el jugo y edulcorante sólido.....	39
Tabla 20	Materiales directos e indirectos.....	40
Tabla 21	Maquinaria y/o Equipos.....	40
Tabla 22	Insumos.....	41
Tabla 23	Análisis proximal del edulcorante sólido de jícama.....	42
Tabla 24	Composición química de la jícama.....	44

Tabla 25	Poder edulcorante de azúcares relativos a la sacarosa.....	47
Tabla 26	Composición química de la sacarosa de la caña de azúcar.....	49
Tabla 27	Análisis proximal de azúcares en panela granulada producida en las unidades artesanales de Ingapi y Paraíso	51
Tabla 28	Composición química de la estevia en polvo.....	52
Tabla 29	Composición de los azúcares totales por tratamientos.....	53
Tabla 30	Anova para azúcares totales por tratamientos.....	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	PAG.
Gráfico 1 Planta de jícama.....	7
Gráfico 2 Composición de azúcares presentes en el edulcorante sólido.....	43
Gráfico 3 Composición química de la jícama.....	45
Gráfico 4 Poder edulcorante de azúcares relativos a la sacarosa.....	48
Gráfico 5 Composición química de la sacarosa de la caña de azúcar.....	50
Gráfico 6 Composición química de la panela granulada.....	51
Gráfico 7 Composición química de la estevia en polvo.....	52
Gráfico 8 Composición de los azúcares totales por tratamientos.....	53
Gráfico 9 Análisis de azúcares totales por tratamientos.....	55
Gráfico10 Análisis de azúcares totales.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

DESCRIPCIÓN

Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación

Anexo 2 Resultados de análisis físico químicos

Anexo 3 Bases de datos

Anexo 4 Fotografías

Anexo 5 Glosario de términos

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad proveer valor agregado a la jícama, debido a que este tubérculo ancestral está en peligro de extinción, tiene componentes nutricionales que pueden ser parte de la dieta diaria para aquellas personas que no pueden consumir productos altos en calorías.

Se procedió a realizar el diagrama de proceso para la obtención del edulcorante sólido a partir de la jícama.

Estudios realizados sobre la jícama han determinado que tienen grandes aportes nutricionales y la principal característica se encuentra en sus azúcares, donde se destaca el alto contenido de Fructooligosacáridos (FOS) en su jugo para la obtención del edulcorante sólido se desarrolló las siguientes etapas: cosecha (7 meses), lavado, extracción del jugo, en el cual se utilizó jugo de limón para evitar el pardeamiento enzimático, posteriormente se sometió a cocción para su concentración eliminando el contenido de agua por evaporación en la cual a medida que se incrementa la concentración de la solución expresada en grados brix, el punto de ebullición también se incrementa, es decir el incremento del punto de ebullición es directamente proporcional a la concentración de la solución; se realizaron varios ensayos una vez seleccionado la mejor formulación se efectuó el análisis del edulcorante sólido en la cual determinamos los principales hidratos de carbono como Sacarosa, Fructosa, Inulina, y Glucosa.

SUMMARY

This investigation has as purpose to give value I attack to the jicama, because this ancestral tuber is in extinction danger, he/she has nutritional components that can be part of the daily diet for those people that cannot consume high products in colorines.

He/she was carried out a process diagram for the obtaining of the sweetener been accustomed to starting from the jicama.

Realized studies on the jicama have determined that they have big nutritional contributions and the main characteristic is in their you sugar, where he/she stands out the high content of Fructooligosacaridos (FOS) in its juice for the obtaining of the accustomed to sweetener was developed the following stages: it harvests (7 months), laundry, extraction of the juice, in which lemon juice was used to avoid the enzymatic pardeamiento, later on underwent cooking for its concentration eliminating the content of evaporative water in the one which, as the concentration of the solution is increased expressed in grades brix, the boiling point is also increased.

That is to say the increment of the boiling point is directly proportional to the concentration of the solution; they were carried out several rehearsals, once selected the best formulation the analysis of the sweetener was made been accustomed to in which we determine the main hydrates carbon like Sucrose, Fructose, Inulin, and Glucose.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La jícama es una hortaliza originaria de México y América Central donde se encuentra ampliamente distribuida, fue cultivada 1000 años A.C. por la mayoría de las civilizaciones prehispánicas de México como fueron los aztecas, mayas, toltecas, olmecas, etc. El nombre de la jícama es derivado de la palabra náhuatl “Xicamatl” que quiere decir “raíz acuosa de ombligo” (Burciaga, 2001), otros nombres comunes en idiomas indígenas de México son: cajtzot, xicama (náhuatl), Chikam, Mehenchicam (maya), guyati (zapoteco), jicame (cora), sigan (popoluca), xata-té (huichol), cobem (huasteca), cuyin (totonaca), mechen, cájtzote, caltzotl. (Heike, 2012).

En México existen diferentes variedades comerciales que se cultivan de acuerdo a las diferentes regiones productoras, entre dichas variedades están: Agua Dulce, Cristalina, Criolla de Ahuehuetzingo, San Miguelito, San Juan, Vega de San Juan, Criolla Regional (Nayarit) y Criolla de Morelos. En Nayarit las variedades de mayor producción son: Criolla Regional, Cristalina, Agua Dulce y Criolla de Morelos. En los últimos años se empezaron a utilizar otros materiales como: San Miguelito, y Vega de San Juan. (Nayarit, 2012).

La producción de jícama en Ecuador está perdiendo vigencia, (producto ancestral al igual que la mashusco y la quinua), la planta crece hasta 3 metros y se puede sembrar en surcos de 80 centímetros de distancia entre una y otra planta, con distancia espaciada de un metro; se la cosecha al año y contiene el 90% de agua, es resistente a las enfermedades zonales, orgánica por cuanto no requiere nutrientes ni fertilizantes, y cuando se la cosecha queda el terreno apto para sembrar otros productos. Su semilla es venenosa y sirve para elaborar insecticidas que contienen retenona –insecticida natural– contra plagas y sarna. (Arrobo, 2013).

Se puede utilizar la jícama para la alimentación de niños, tiene un sabor a manzana o pera, y sirve para colación escolar ya sea como jugo, cocinada o cruda es nutritiva, rica en vitaminas y calorías. Las hojas también son comestibles y sirven para reducir peso en las personas con obesidad, se la consume en infusiones. En la producción el gobierno podría apoyar económica y financieramente por intermedio de BanEcuador, o con préstamos de instituciones internacionales como la Food and Agriculture Organization (FAO). Además, es un producto medicinal que de acuerdo a estudios sirve para curar la diabetes por la gran cantidad de vitamina C e insulina que es el sustituto del azúcar. Se la podría sembrar en pequeñas parcelas domésticas para uso familiar y para el consumo interno del país, como lo hace México, de donde es originaria y se comercializa en supermercados a \$ 1 el kilo, y se la consume como producto básico alimenticio para habitantes de modestos recursos. (Arrobo, 2013).

La jícama presenta inulina, que es un carbohidrato no digerible, cuyos derivados son : la oligofructosa (FOS); llamados fructanos que debido a su estructura, resisten la hidrólisis tanto en el estómago como en el intestino humano; y por ello pasan al colon sin ser degradados. Siendo edulcorantes, no calóricos; que son escasamente hidrolizados por enzimas digestivas, pueden ser consumidos por personas diabéticas. La inulina y los FOS, no son hidrolizados por el organismo; no son metabolizados, en el tracto digestivo, siendo fermentados totalmente por la micro flora intestinal beneficiosa; ayudando a disminuir el nivel de colesterol, fosfolípidos y triglicéridos en el suero sanguíneo. Adicionalmente, la inulina y FOS, se consideran prebióticos; es decir que nutren a gérmenes benéficos de la flora intestinal, junta con inhibir a las bacterias no deseables y reducir el estreñimiento. (Cuadrado, 2004. Madrigal, 2007).

En la investigación se planteó el siguiente objetivo general: Caracterizar físico y químicamente el edulcorante sólido obtenido a partir de la jícama (*Pachyrhizus erosus*).

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Obtener edulcorante a partir de la jícama.
- Determinar los principales carbohidratos presentes en el edulcorante sólido.
- Relacionar la calidad del carbohidrato de jícama en relación al edulcorante de caña de azúcar, panela granulada y estevia.

CAPÍTULO II

PROBLEMA

Entre los productos de mayor industrialización en la Provincia Bolívar se encuentra las frutas, granos, verduras, raíces, semillas, hojas, tubérculos y vainas; algunos se comercializan en fresco y otros son transformados en productos procesados, con valor agregado como los néctares, jugos, mermeladas, harinas, aceites, vinos, concentrados en polvo y conservas. La tendencia mundial es el notable crecimiento en consumo de alimentos sanos e inocuos con propiedades que beneficien la salud, derivado en el incremento de la calidad de vida de los consumidores y mejorando la salud con la oferta de productos edulcorantes sólidos. (Alcívar, 2013).

Uno de los principales problemas, al que se enfrentan día a día los seres humanos es el consumo de azúcar blanca refinada, ya sea en forma directa o a través de la preparación de diferentes platos, como ingredientes de alimentos procesados e industrializados. Una de las enfermedades se vincula a la diabetes, ya que tener azúcar en la sangre durante mucho tiempo puede ocasionar problemas de salud muy serios si no son tratados a tiempo.

La jícama es una raíz de la región Andina del Ecuador, la misma que se cultiva desde los 2.100 a 3.000 msnm, pero en la actualidad se encuentra en grave peligro de extinguirse, debido a la agricultura moderna y a los monocultivos, que presentan estos sectores. A esto se suma la escasa información de los productores y consumidores de esta raíz sobre los beneficios de la jícama, sumado a la falta de tecnologías apropiadas que nos ayuden a procesar esta raíz y convertirla en un producto de acceso masivo con valor agregado y a un bajo costo. (Villacres, 2007).

En la jícama se establece que aproximadamente el 50% de los azúcares corresponde a los denominados azúcares fructooligosacaridos (FOS), representando edulcorantes no calóricos que pueden ser consumidos por las personas sin el riesgo que estos representen un daño a la salud; incluso puede ser consumida por personas que padecen de diabetes y/o personas que quieren reducir o restringir el consumo de azúcar refinada. (Código Alimentario Argentino, 2014).

En esta investigación se pretende caracterizar físico y químicamente el edulcorante sólido obtenido a partir de la jícama (*Pachyrhizus erosus*), la misma que en base a su composición es rica en azúcares sencillos; que contribuyen un buen desarrollo de la salud, pretende convertirse en una alternativa de producción para los agricultores de la zona ya que pueden industrializar este tubérculo, con lo cual se otorgaría valor agregado a esta raíz ancestral y se presentaría como potencial fuente de creación de empresas dedicadas a esta actividad, proporcionando fuentes de empleo y mejorando la economía.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Jícama

3.1.1 Generalidades

La jícama (*Pachyrhizus erosus*) es una planta originaria de la región andina, pertenece a la familia de las Compuestas. En Ecuador esta especie se cultiva desde los 2100 a los 3000 metros sobre el nivel del mar, a lo largo de la ceja andina, crece en un amplio rango de suelos, con mejores rendimientos en suelos ricos y drenados. En orden de importancia ha sido reportada en las provincias de Loja, Cañar y Bolívar. (INIAP, 2004).

La planta tiene un gran potencial agronómico, ya que sirve como potenciador de los suelos, por su capacidad de mantenerse como especie perenne especialmente en zonas agroecológicas áridas, juega un rol muy importante en la osmoregulación de los cultivos durante la sequía y puede actuar como protector contra la deshidratación ocasionada por la escasez de agua y la congelación. (Fairlie, T. Bermudez, M. 2008).

Actualmente esta raíz se encuentra en peligro de extinción debido a la marginación de los cultivos tradicionales, por efecto de la agricultura moderna que favorece a los cultivos comerciales y por aspectos socio-culturales que consideran a los cultivos nativos como “alimentos para los indios”. Se le conoce como la fruta de los Andes, muy jugosa y con un sabor parecido al melón. (Tapia, 2010).

Gráfico 1 Planta de jícama



3.1.1.1 Nombres comunes

QUICHUA: yacu, Yacuma, Ilaqum

AYMARA: aricona, Ancona

ESPAÑOL: yacón, jacón, llacón, arboloco, jícama, jikima, jiquimilla, puhe

INGLÉS: yacón strawberry

FRANCPES: Piore de terre

(INIAP, 2004)

3.1.1.2 Cultivo

La jícama es una planta de fácil adaptación a cualquier suelo y a cualquier altitud, pero responde mejor a suelos ricos, no muy profundos, sobre todo suelos francos, arenosos y bien drenados, soporta suelos ácidos como ligeramente alcalinos de entre 6-7 pH. Se debe tomar en cuenta no sembrar en suelos arcillosos ya que estos suelen ser muy húmedos lo que trae enfermedades graves y poca producción. (Valdivieso, 2009).

3.1.1.3 Clima

El cultivo de jícama se desarrolla bien en valles interandinos así como en la sierra con temperaturas de entre los 14°C a los 20°C, las temperaturas menores a este intervalo retrasan su crecimiento y alargan su periodo vegetativo dando una producción baja, mientras que las temperaturas mayores a 26°C y con una humedad insuficiente, la planta se estresa y hasta puede llegar a marchitar la planta. (Cajas, Oviedo, & Paredes, 2012).

La jícama es muy susceptible a las heladas pero compensan con una gran potencia de rebrote. Se ha visto cultivos de jícama a nivel del mar aunque la producción de tubérculos es baja y pequeñas. (Cajas, Oviedo, & Paredes, 2012).

3.1.1.4 Época de siembra

La jícama se puede sembrar todo el año, aunque es mejor que la época de heladas sea al final del cultivo, se recomienda sembrar a inicios de la época lluviosa, es decir, entre los meses de septiembre a octubre, también se la puede sembrar entre los meses de Julio y Agosto, siempre que se tenga un buen sistema de riego, constante y uniforme. (Valdivieso, 2009).

3.1.1.5 Manejo de plagas y enfermedades

En las áreas pequeñas de cultivo, la planta se presenta sana, sin embargo en el siguiente cuadro se muestran las principales plagas y enfermedades que pueden afectar a la planta.

Tabla 1 Control de plagas de la jícama

PLAGA	SINTOMAS	CONTROL
Pulgón rojo (Myzus nicotianae)	Esta afecta a las hojas provocando marchitamiento se presentaría en época de sequia.	Su control ecológico se lo puede hacer con agua jabonosa mientras que su control químico en con Actara en una dosis de 12gr/L de agua
Pulgón lanífero (Erisoma lanigerum)	Este infecto acata al tallo, hojas, brotes. Emite una secreción produciendo nódulos lo que no permite regular el crecimiento de la planta.	Su control orgánico se puede realizar con agua jabonosa, mientras que el control químico se lo realiza con Hortene en una dosis de 0.5gr/L de agua
Comedor de hoja (Ascia sp)	Esta plaga perjudica al cultivo perforando las hojas lo que la hace susceptible a enfermedades.	Su control se lo hace con Karate- Zeon en dosis de 1 cc/L de agua.

Fuente: Cajas, Oviedo, & Paredes 2012.

3.1.1.6 Cosecha

La jícama alcanza su maduración en un intervalo que van de 6 a 10 meses, en zonas bajas el tiempo de maduración es menor. La cosecha se lo realiza cuando la planta está totalmente marchita, sus hojas amarillas, secas y a punto de caerse. Esta labor se realiza de forma manual con azadón, las raíces se cortan separando así los tubérculos.

La cosecha de jícama debe realizarse preferiblemente en horas de la tarde y en fase de luna llena, hacia la menguante en donde se aprecia una mayor concentración de azúcares. (Cajas, Oviedo, & Paredes 2012).

3.1.1.7 Manejo de Pos- cosecha

Los tubérculos de buena calidad deben ser lisos y firmes, con un tamaño y forma uniforme, su peso debe ser de 250 a 500 gr, su epidermis o cascara, no deben presentar golpes. Su pulpa debe ser de color blanco, succulenta quebradiza, su sabor debe ser dulce. El tubérculo no debe presentar suciedad, mala coloración, cicatrices de crecimiento, cicatrices causadas por insectos o daños mecánicos. Las condiciones recomendadas para el almacenamiento comercial de jícama deben ser a temperaturas bajas entre 12,5°C a 15°C y una humedad relativa del 70% al 80% bajo estas condiciones la jícama se mantendrá fresca entre 2 a 4 meses. (Cajas, Oviedo, & Paredes 2012).

En comparación con otras raíces, la jícama es excepcionalmente susceptible al daño físico, sobre todo durante la cosecha y el transporte. Las raíces reservantes están unidas a la cepa por un cuello delgado y fibroso que a veces resulta difícil de romper.

Durante la cosecha tradicional se jalan fuertemente las raíces con el fin de separar de la cepa. El problema es que al romper el cuello se produce, por lo general una herida en la raíz y por ello un probable foco de contaminación microbiológico. Es preferible usar un cuchillo u otra herramienta para hacer un corte limpio en el cuello sin afectar la integridad de las raíces.

Las raíces sufren muchos golpes durante la cosecha o se maltratan fácilmente cuando soportan pesos excesivos durante el embalaje y el transporte. Se debe evitar en todo momento golpear las raíces y apilar mucho peso en los contenedores ya que las raíces son bastante susceptibles a sufrir rajaduras y a romperse fácilmente por este tipo de manipulación, la tierra adherida a la superficie de las raíces recién cosechadas puede otorgar protección frente al rozamiento y a la deshidratación, por este motivo es recomendable evitar el lavado antes del transporte.

Diferentes estudios han demostrado que luego de la cosecha las raíces emplean un rápido proceso de cambio en la composición química de sus azúcares. Después de una semana en almacenamiento a temperatura ambiente, alrededor del 30 a 40% de

los FOS se habrán transformado en azúcares simples. Las temperaturas de refrigeración son útiles también para reducir la tasa de pudrición y deterioro de las raíces durante el almacenamiento.

Las raíces pueden llegar a perder alrededor del 40% de su peso en solo una semana, únicamente por efecto de la deshidratación al medio ambiente. Esto representa un ahorro de 40% en la energía que se requiere invertir para evaporar el agua contenida en el jugo extraído de las raíces. Sin embargo, también durante ese mismo lapso una cantidad importante de FOS se habrá convertido en azúcares simples. (Graefe, 2004).

3.1.2 Características

3.1.2.1 Descripción Botánica

Es una planta herbácea de porte bajo y tallo de hasta 6 metros de largo, con ramificaciones en toda su longitud. Sus hojas presentan foliolos enteros. Tiene vainas de 8 a 12 cm. con semillas de color negro. Su raíz es gruesa hasta 10 cm. de largo, de color amarillo o blanco en el exterior. El tubérculo constituye la parte comestible de la planta.

3.1.2.2 Clasificación Botánica

Según Montando et al., (1991); la jícama pertenece a la siguiente clasificación botánica:

TRONCO:	Eucariotes
DIVISIÓN:	Embriofita
SUPERCLASE:	Angiospermas
CLASE:	Dicotiledóneas
ORDEN:	Asterales
FAMILIA:	Compuestas
GENERO:	Smallanthus
ESPECIE:	Sonchifolia
NOMBRE CIENTÍFICO:	Smallanthus sonchifolia

3.1.2.3 Composición Química

Tabla 2 Composición química proximal de la raíz de jícama.

PARÁMETRO	(%)
Proteína	3,73
Extracto Etéreo	0,62
Humedad	89,21
Cenizas	3,73
Fibra	5,52

Fuente: Espín y colaboradores, 2000

Tabla 3 Contenido de minerales de la raíz de jícama

MACROELEMENTOS	%	MICROELEMENTOS	Ppm
Calcio	0,14	Cobre	8,00
Magnesio	0,12	Hierro	87,00
Sodio	0,06	Manganeso	18,00
Potasio	1,34	Zinc	36,00
Fosforo	0,08	Yodo	0,013

Fuente: Espín y colaboradores, 2000

Tabla 4 Contenido de carbohidratos de la raíz de la jícama.

CARBOHIDRATOS	%
Carbohidratos Totales	85,55
Almidón	0,83
Azúcares Totales	21,77
Inulina	13,50
Azúcares Reductores	12,78

Fuente: Espín y colaboradores, 2000

Tabla 5 Contenido de vitaminas de la raíz de la jícama

VITAMINAS	mg/g
Ácido ascórbico	13,00
Retinol	10,00
Caroteno	0,08
Tiamina	0,01
Riboflavina	0,11
Niacina	0,33

Fuente: Espín y colaboradores, 2000
Datos expresados en base seca-muestra entera.

3.1.2.4 Componentes químicos y valores nutricionales

3.1.2.5 Hojas

El estudio químico y bromatológico de las hojas ha revelado que entre otros componentes, contiene 11% de proteína por lo que en los pueblos de la sierra, son utilizadas como forraje para alimentar a animales de pastoreo y para la crianza de cuyes. En Japón, científicos, productores y consumidores, han formado la Asociación Japonesa del Yacón. Esta Sociedad y otras agrupaciones análogas extranjeras, están explotando su cultivo y promoviendo el consumo del “té andino” a base de las hojas de esta planta. Mientras que en los andes, el cultivo del Yacón está perdiendo vigencia, industriales de Japón, Brasil, Nueva Zelanda y otros Países, están explotando este alimento-medicamento y han abierto un mercado internacional con diversos productos a base de Yacón (jícama). (CIP, 2011).

3.1.2.6 Raíces

- Las raíces frescas, contienen de 85 a 90% de agua. La materia seca de los tubérculos (MS) contiene 70 % de carbohidratos:
- Oligofructanos de bajo Grado de Polimerización (G. P = 3 - 9).

- Contienen hasta 67 % de Fructosa libre (monosacáridos no reductores que tiene grupo cetónico a diferencia de la glucosa que tiene grupo químico aldehído).
- Inulina, Polisacárido formado por cadenas enlazadas de fructosas (G.P=35)
- Sacarosa, Glucosa
- Contiene además minerales (calcio, fósforo y hierro) y vitaminas B y C.

La inulina y los oligosacáridos de bajo GP (Grado de Polarización) están en la categoría de alimentos no digeribles. Al no ser digeribles, estos compuestos no son asimilados y no dan calorías. Comer yacón en su forma natural, a base de este tubérculo no va incrementar el peso de la persona ni menos a elevar los niveles de glucosa sanguínea. (CIP, 2011).

3.1.3 Cultivo de jícama en México

Cultivada en México y Centroamérica por las culturas prehispánicas su nombre proviene del náhuatl xicamatl, “raíz acuosa”. A la llegada de los españoles a estas tierras, fue llevada a Filipinas de donde se extendió a diferentes países asiáticos.

Información de la Dirección de Agricultura, dependiente de la secretaria de Desarrollo Agropecuario, refiere que la jícama (*Pachyrhizus erosus*), dentro de las hortalizas, ocupa un lugar importante en los cultivos de Morelos, por un precio reducido, a los consumidores les aporta carbohidratos, vitaminas y minerales. No tiene grasa ni colesterol y bajo aporte calórico y es de fácil digestión. El rendimiento es de 31 toneladas por hectárea, mientras que el precio por tonelada es de 5527 pesos, por lo que el valor de producción será de 137 millones de pesos, dividendos que se suman por las ventas de los cultivos del temporal agrícola del año y que son soporte para que la economía del sector primario de Morelos. <http://morelos.gob.mx?q=excelente-produccion-de-jicama-en-morelos>.

3.1.3.1 Cultivo de jícama en Ecuador

En el Ecuador las principales zonas de cultivo están en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar y con mayor variabilidad en el sur del país en las Provincias de Azuay y Loja, debido principalmente a su cercanía con la región de Cajamarca, que es considerada como la mayor productora de jícama a nivel de Sudamérica, y en donde el cultivo de la jícama está ampliamente extendido. (Villacres, 2007).

Según el INIAP se han identificado tres morfotipos de jícama bien diferenciados en Ecuador, en los cuales la variabilidad de color de los tallos y de las hijas, son los caracteres relevantes para la separación de los distintos grupos, así, se tienen; morfotipo morado, morfotipo verde oscuro y morfotipo verde claro.

Al ser la jícama un producto poco conocido dentro de la dieta de los ecuatorianos, su mercado y su consumo es casi nulo. Hay muy pocos lugares en los que se puede encontrar este producto como ejemplo: Mercado de Santa Clara, Camari, Mercado de Ñaquito.

Al no haber grades cosechas de jícama por la poca demanda del producto dentro de los mercados ecuatorianos, esta planta ha sido relegada y ser sembrada en huertos ecológicos o familiares. El cultivo de jícama además de ser rustico, está ampliamente distribuido a lo largo del país siendo las principales provincias en orden de importancia: Loja, Azuay, Cañar, y Bolívar. (Cajas, Oviedo, &Paredes, 2012).

El consumo de jícama dentro del Ecuador es muy poco, es un alimento que está a punto de desaparecer. Sin embargo en la provincia de Imbabura y por medio del programa de la prefectura de Imbabura de rescate de productos andinos “Taita Imbabura”, el cual ha venido trabajando desde el 2007, se ha logrado rescatar en algo este alimento y tratar de introducirlo en los diferentes mercados de la ciudad para así expandir a los mercados de todo el país.

3.1.3.2 Cultivo de jícama en la Provincia Bolívar

De acuerdo a los estudios realizados por el INIAP en 2004, la jícama cultivada en la provincia de Bolívar corresponden al morfotipo verde oscuro o denominado grupo 2, que presenta dos subgrupos, el 2A que se caracteriza por tener unas raíces pequeñas y de poca ramificación, pero abundante floración. Presenta tallos delgados, hojas pequeñas, de borde espinoso y precioso grande y pulpa blanca. El grupo 2B con similares características pero con raíces de pulpa amarilla. (INIAP, 2004).

3.1.3.3 Cultivo de Jícama en la Parroquia San Simón

Cultiva la jícama el Ing. Nelson Arguello una parcela (de una media cuadra), la misma que está destinado para la elaboración de mermelada y miel, en los recintos aledaños de la parroquia siembran en los bordes de los terrenos que sirven como cortinas rompe vientos, cuando están maduras generalmente se consume crudo y en jugo resultando como una excelente alternativa para las personas diabéticas.

3.1.4 Utilización de la jícama

Sus tubérculos comestibles, son dulces y bajos en calorías, se comen crudos. La jícama (*Pachyrhizus erosus*) contiene inulina, un sustituto del azúcar natural, tiene un valor considerable para los diabéticos y para quienes siguen dietas delicadas. Se lo consume como fruta fresca, pues posee importantes propiedades nutraceuticas, lo que quiere decir que además de ser alimento, también como medicina es utilizada en ensaladas, mermeladas, y muchas recetas culinarias. (Alcívar, 2013).

Las partes utilizables de la jícama son las hojas y las raíces, las primeras contienen entre 11 y 18 % de proteína y son utilizadas como forraje, ya que son apetecidas por animales de pastoreo y cuyes. (León, 2008).

Mientras que en Japón y Brasil las hojas son usadas para preparar té que ayuda a controlar la presión arterial alta, la cual evidentemente está relacionada con altos niveles de colesterol, además el té de hojas tiene propiedades antioxidantes y antiestrés. Las raíces son comestibles en estado fresco, soleado, sancochado, horneado o

procesado industrialmente; como refresco, alcohol, o fuente de azúcar dietética. En estado fresco, las raíces se consumen como fruta sola o acompañada con otras (ensalada); la cáscara tiene un sabor no muy agradable, por el cual los tubérculos se pelan antes de comerlos. Por su contenido de azúcares y minerales se la considera como un rehidratante natural, los campesinos lo usan para las caminatas largas; en Bolivia es valorada como rejuvenecedor de la piel. (Tapia, 2010).

En los Andes, los tubérculos son frecuentemente expuestos al sol por algunos días 3-8, tiempo en el cual los fructanos se hidrolizan a azúcares comunes y se incrementa el grado de dulzura; sin embargo desde el punto de vista farmacológico las raíces ya no presentan efecto hipoglucemiante. (Brito, B. Espin, S. 2009).

3.1.5 Beneficios

- Aporta bajo contenido calórico.
- Comer jícama combate el colesterol alto y los triglicéridos.
- Efectivo antidiabético, por su activa potencia hipoglicemia para reducir el nivel de azúcar en la sangre.
- Es antioxidante.
- Es refrescante, mitiga la sed y la sequedad de boca.
- Estimula la síntesis de vitaminas del complejo B.
- Evita el crecimiento de los microorganismos putrefactivos que tienden a provocar diarreas.
- Mejora la asimilación del calcio .
- Previene infecciones gastrointestinales.
- Reduce la cantidad de colesterol y triglicéridos.
- Tiene propiedades diuréticas.([http: www.fao.org.mx documentos libro_ FAO.pdf](http://www.fao.org.mx/documentos/libro_FAO.pdf))

3.1.6 Jícama como edulcorante

Estudios preliminares realizados en el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, permitieron precisar que los carbohidratos de reserva más significativos de la jícama son los azúcares (85%). Por HPLC, se identificó que aproximadamente un 80% de los azúcares totales que contiene la jícama corresponden a los fructanos (GFn), endulzantes no calóricos que pueden ser ingeridos sin temor por los diabéticos y consumidores que buscan restringir el consumo de azúcares. (Cuadrado, 2014).

La fructosyltransferasa es la enzima responsable de la biosíntesis de los fructanos a partir de la sacarosa. Para producir fructanos más grandes (GFn), sin embargo el contenido de azúcares de la raíz, específicamente de los fructooligosacáridos y la concentración de compuestos con potencial farmacológico, depende de varios factores particularmente de la edad de la planta. (Cuadrado, 2014).

Esta raíz andina posee gran potencial medicinal y alimenticio al contener bajas calorías y tratarse de un edulcorante que a diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan carbohidratos, en forma de almidón, lo hace en oligofructosa, un elemento que no es metabolizado por el organismo humano y que resulta ideal para el consumo de los diabéticos.

La planta tiene un tipo de azúcar especial que endulza y reacciona en nuestro organismo de manera saludable contra el colesterol. Además nutre selectivamente a los gérmenes benéficos que forman parte de la flora intestinal. (El Universo, 2007).

3.1.7 Los frútanos

El carbono fijado por las plantas puede ser empleado en la síntesis de carbohidratos estructurales, como la celulosa o la pectina, principales constituyentes de las paredes celulares de las plantas, o en carbohidratos no estructurales de reserva, como la sacarosa, el almidón y los frútanos.

La estructura fundamental de los frútanos es un esqueleto de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glucosúricos $\beta - (2 \rightarrow 1)$. Es frecuente encontrar una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructano. Esta unión es la que les da resistencia a la hidrólisis, tanto en el estómago, como en el intestino humano, por eso pasan al colon sin ser degradados, lo que implican que no producen calorías ni conducen a la formación de grasa. (Ramírez, 2015).

3.2 Edulcorantes

El término edulcorante equivale a endulzante, “lo que endulza”. Se le da el nombre de edulcorantes a las sustancias que son capaces de despertar la sensación que la mente califica como “dulce”, permitiendo su uso a los consumidores, disfrutar de este sabor con poca o ninguna ingesta de energía o respuesta glucémica (Torresani, 2012).

3.2.1 Concepto

Los edulcorantes son considerados aditivos alimentarios que se encargan de proveer el sabor dulce a los alimentos y sus diferentes preparaciones (Codex Alimentario Argentino, 2014).

3.2.2 Clasificación

Los edulcorantes por sus características se pueden clasificar en:

3.2.2.1 Edulcorantes nutritivos

Son aquellos que al consumirse producen 4 kilocalorías por gramo. Dentro de este grupo se encuentran la sacarosa o azúcar, la glucosa, la fructosa, la miel, los polialcoholes como el sorbitol, manitol y el xilitol. Los polialcoholes aportan 2.4 kcal por gramo.

3.2.2.2 Edulcorantes no nutritivos

Son sustancias que endulzan pero que no aportan kilocalorías, o por la poca cantidad que se utiliza el aporte calórico es mínimo. Se destacan por su sabor intensamente

dulce. Algunos edulcorantes no nutritivos tienen límite máximo de uso en determinados alimentos, como por ejemplo en alimentos con valor energético reducido o en bebidas reducidas en calorías. (Código Alimentario Argentino, 2014).

Otra clasificación los divide en:

3.2.2.3 Edulcorantes naturales o calóricos

Son aquellos que provienen de los alimentos o de otras sustancias de la naturaleza.

3.2.2.4 Edulcorantes artificiales o no calóricos

Son sustancias que tienen un alto poder edulcorante aunque no aportan calorías. Suelen combinarse dos tipos de edulcorantes diferentes, ello hace que aumente su poder endulzante. (Código Alimentario Argentino, 2014).

Los edulcorantes pueden cumplir otras funciones en los alimentos, como por ejemplo:

- Neutralizar sabores. Por ejemplo: compensa el sabor astringente de la uva y el sabor picante del chocolate.
- Algunos edulcorantes calóricos actúan como conservantes en mermeladas, gelatinas (ej. jarabe de maíz alto en fructosa). Se utilizan por la capacidad de preservación que le otorgan a los productos, ya que reducen el crecimiento microbiano.
- En las carnes curadas se emplean para conservar y realzar el sabor.
- Contribuyen a dar color y sabor a los productos panificados debido a reacciones de caramelización y la reacción de Maillard.
- Le dan cuerpo, palatabilidad y textura a los jarabes, dulces, helados, productos de panificación, entre otros. (Casella, 2013).

3.2.2.4.1 Agentes de cuerpo

Los agentes de cuerpo son de origen natural y si bien aportan valor energético, siempre es menor que el correspondiente a la sacarosa. En el caso de los polialcoholes, se obtienen por hidrogenación catalítica de los azúcares reductores de

los que provienen, no son cariogénicos y aportan aproximadamente 2,4 kilocalorías por gramo, salvo en el caso del eritritol que sólo provee de 0 a 0,2 kcal/g. (Torresani, 2012).

Son metabolizados como la fructosa, independientemente de la insulina y son menos dulces que la sacarosa, por lo que se suelen combinar con algún endulzante intensivo para compensar el dulzor que les falta. Desde el punto de vista tecnológico, como no producen reacción de Maillard, no desarrollan color ni flavor en los procesos de horneados. Son estables al calor, con una higroscopidad variable y diferentes viscosidades. (Torresani, 2012).

Dentro de la fibra dietaria utilizada como agente de cuerpo, la polidextrosa e inulina aportan aproximadamente 1 kcal/g, mientras que los fructooligosacáridos aportan 1,5 kcal/g. Todas son fibras dietarias solubles, de origen natural, utilizándose la polidextrosa como humectante y texturizante reemplazando al azúcar pero también a la grasa; la inulina y los fructooligosacáridos además de estas funciones, son ingredientes activadores de las bifidobacterias, de modo que otorgan beneficios como prebióticos. (Torresani, 2012).

3.2.2.4.2 Edulcorantes intensivos

Con la finalidad de obtener dulzor, se dispone de una amplia oferta de edulcorantes intensivos, que prácticamente no aportan valor energético al ser consumidos, o bien por la cantidad en que son utilizados, aportan muy pocas kilocalorías, considerando a este valor despreciable. El dulzor relativo varía entre los distintos tipos, utilizando como patrón de referencia a la sacarosa (Código Alimentario Argentino, 2014).

Muchos de estos edulcorantes intensivos se utilizan en mezclas entre sí, con el fin de potenciar su poder endulzante. Debido al sinergismo obtenido, se posibilita utilizar cantidades más pequeñas de ellos, evitando que se noten sabores colaterales indeseables. Son nueve los edulcorantes intensivos incorporados en la normativa del MERCOSUR y el Código Alimentario Argentino (Acesulfame K, aspartamo, ciclamato, sacarina, sucralosa, la neohesperidina, la taumatina, los glucósidos de

estenio y el neotame), destacándose algunos relativamente nuevos tales como el Neotame y los glucósidos de esteviol (Código Alimentario Argentino, 2014).

Tabla 6 Tipos de edulcorantes según su función

AGENTES DE CUERPO	ENDULZANTES INTENSIVOS
<p>Polialcoholes</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Eritritol ➤ Isomaltosa ➤ Lactitol ➤ Maltitol ➤ Sorbitol ➤ Xilitol 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acesulfame K ➤ Aspartamo ➤ Ciclamato ➤ Glicosidos de esteviol ➤ Neohesperidina dihidrochalcona
<p>Fibra dietaria</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fructooligosacáridos (FOS) ➤ Inulina ➤ Polidextrosa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neotame ➤ Taumatina ➤ Sacarina ➤ Sucralosa

Fuente: Duran, 2013

Durante las últimas décadas la ingesta de edulcorantes y el riesgo de cáncer se han debatido ampliamente. Un sinnúmero de estudios han sido publicados sobre la ingesta de sacarina en ratas de laboratorio. Aproximadamente en 20 grupos de estudio, se analizó el efecto de altas dosis de sacarina en una generación de ratas que habían estado expuestas durante 1,5 años. Solo 1 de 20 estudios reportó un significativo aumento de neoplasias (cáncer de vejiga) en los animales alimentados con sacarina al ser comparada con los controles. (Duran, 2013).

Algunos estudios epidemiológicos anteriores habían encontrado alguna asociación con el riesgo de cáncer de vejiga en seres humanos. Sin embargo posteriormente se demostró que el metabolismo de la sacarina era específico de la especie, no daba lugar a litiasis, ya sea del tracto urinario o lesiones epiteliales en los seres humanos. Después de la entrada del ciclamato y el aspartamo al mercado de alimentos, enfermedades como el cáncer de vejiga no se podía vincular sólo al consumo de sacarina, porque la mayoría de los consumidores acostumbran a consumir diferentes edulcorantes artificiales. (Durán, 2013).

Con respecto al consumo de aspartamo un estudio realizado en ratas Sprague-Dawley (900 machos y 900 hembras) fueron tratadas con dosis variables de aspartamo (0 a 100 ppm) y seguidos hasta su muerte natural, se encontró un exceso aparente de neoplasmas linfáticos sólo en hembras, en el ausencia de una tendencia lineal en el riesgo. Un estudio realizado en 1010 casos de diferentes tipos de cáncer confirmado y 2107 controles, no mostró asociación entre el consumo alimentos que contenían edulcorantes (incluyendo el aspartamo) y el riesgo de cáncer. (Durán, 2013).

Un estudio caso control con 8976 casos con diversos tipos de cáncer y 7028 controles concluyó que no hay asociación entre el consumo de sacarina, aspartame y otros edulcorantes y cáncer, otro reciente estudio con 230 casos de cáncer de estómago confirmado histológicamente y 547 controles concluyó la ausencia en la asociación en el consumo y el riesgo de neoplasias. (Durán, 2013).

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Materiales

4.1.1 Localización de la investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en el Complejo Agroindustrial de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, ubicada en el sector de Laguacoto II.

Tabla 7 Detalle de la localización de la investigación

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector	Laguacoto II
Dirección	Vía Guaranda – San Simón; Km 1 ½

Fuente: Trabajo experimental 2016

4.1.2 Situación geográfica y climática.

Tabla 8 Detalle de la situación geográfica y climática

PARÁMETRO	VALOR
Altitud	2608msnm
Latitud	01°36'52" sur
Longitud	78°59'54"W
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14,4°C
Temperatura máxima	21°C
Precipitación media anual	980mm

Fuente: (Estación Meteorológica de la U.E.B Laguacoto II, 2015).

4.1.3 Zona de vida

En base al lugar donde se desarrolló la investigación corresponde a la formación: Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB), según lo señala Holdridge.

4.1.4 Material experimental

- Jícama (*Pachyrhizus erosus*)

4.1.5 Materiales de planta

- Fundas de Celofán
- Cuchillos
- Baldes
- Lavacaros
- Bandeja de acero inoxidable
- Rallador
- Bandejas de aluminio
- Balanza de humedad
- Acidómetro
- Potenciómetro
- Mesas de trabajo
- Cocina industrial
- Licuadora

4.1.6 Materiales de Campo

- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica digital
- Computadora
- Flash memory
- Impresora
- Papel bond
- Esferográficos

4.2 Factor en estudio

El factor en estudio que se planteó en la investigación, fue un diseño mono factorial, el factor de estudio es la Jícama para comparar los azúcares totales en relación a los otros edulcorantes.

4.2.1 Tratamientos

Para el desarrollo del objetivo número tres se planteó el siguiente diseño experimental:

Tabla 9 Tratamientos desarrollados en la investigación

TRATAMIENTOS	DETALLES
T ₁	Edulcorante Sólido Jícama
T ₂	Sacarosa de la caña de azúcar
T ₃	Panela granulada
T ₄	Estevia

Fuente: Trabajo experimental 2016

4.2.2 Tipo de diseño experimental

Se aplicó un Diseño mono factorial con 3 repeticiones, con las siguientes características:

- Unidad experimental = 2 L
- Factores de estudio = 1
- Tratamientos = 4
- Repeticiones = 3
- Unidades experimentales = 12

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para establecer las diferencias entre los tratamientos:

Tabla 10 Fuente de variación y grados de libertad

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Error	8

Fuente: Trabajo experimental 2016

- Esquema de Análisis de Varianza.
- Nivel de confianza 95%
- Nivel de Significancia 5% =0,05.

4.2.3 Metodología

Para la obtención del edulcorante a partir de la jícama se aplicó la siguiente metodología:

- **Recepción**

La materia prima se recibió de la parroquia San Simón, Cantón Guaranda, en estado óptimo de maduración.

- **Soleado**

Una vez recibida la materia prima se realizó un secado natural por un tiempo de 3 días consecutivos con la finalidad que aumente el dulzor de la jícama.

- **Lavado**

Se introdujeron las jícamas en un recipiente de acero inoxidable con agua a 19 °C, luego mediante un lavado manual, se procedió a remover la tierra y cualquier sustancia extraña, se realizó con el propósito de eliminar impurezas presentes que puedan llegar a contaminar el producto.

- **Selección**

Mediante una selección visual individual, se clasificó la materia prima (jícama), tomando en consideración la presencia de deformaciones externas que presentare el producto.

- **Descortezado**

Se realizó el descortezado con un cuchillo, separando la cascara y la pulpa, se cortó en tamaños uniformes en una bandeja de acero inoxidable previamente con agua y solución de ácido cítrico para evitar su pardeamiento. Se preparó una solución de 20 ml de jugo de limón en dos L de agua a 19 °C, se sumergió las jícamas previamente cortadas por 30 min.

- **Extracción**

Se utilizó una licuadora industrial, en la cual se introdujeron las jícamas previamente troceadas en un tamaño uniforme, hasta lograr una masa homogénea.

- **Tamizado**

Se utilizó un lienzo de malla fina, por donde pasó el jugo extraído con la finalidad de retener partículas extrañas. Se obtuvo el jugo con un pH de 5,75 y Brix de 10,5 dependiendo del estado de madurez de la jícama.

- **Primera Concentración**

Se utilizó una marmita de acero inoxidable para concentrarlo por 1 hora a 90 °C luego se filtró el jugo en un lienzo de malla fina con la finalidad de retener partículas extrañas y obtener un jugo más claro.

- **Segunda Concentración**

Se concentró por un tiempo de dos horas de 90 a 120 °C se agitó constantemente para que no se queme la miel, hasta llegar a un punto alto de concentración para luego enfriarlo.

- **Reposo**

Una vez obtenido la miel a un punto alto de concentración, se depositó en una bandeja de acero inoxidable con la finalidad de enfriar la mezcla (10 min), de la cual se obtuvo una masa sólida a 22 °C.

- **Rallado**

Este proceso se realizó en un rallador de aluminio, por donde pasaron los gránulos del edulcorante sólido de jícama.

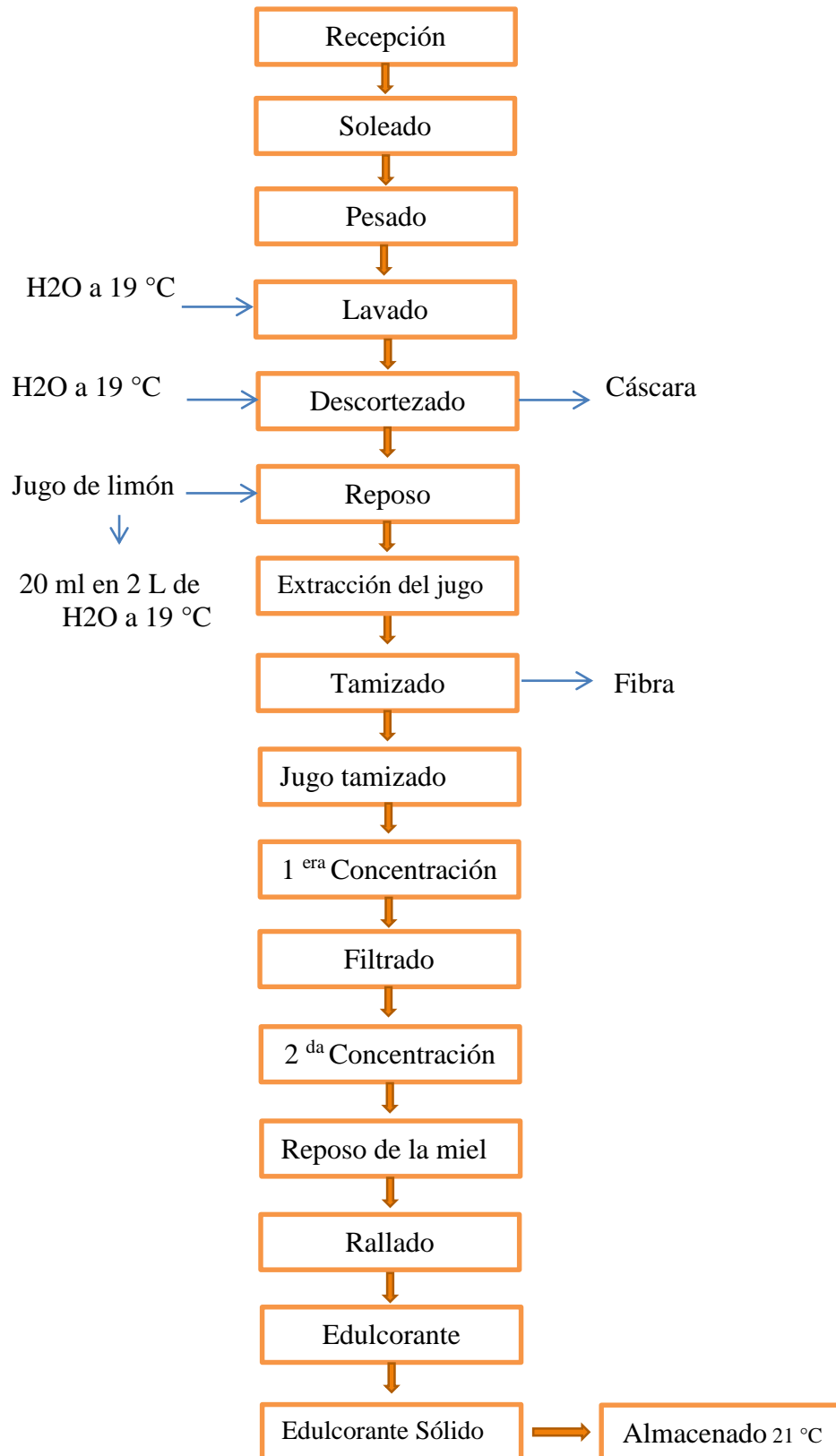
- **Envasado y Sellado**

El producto obtenido en un tamaño uniforme se envasó en fundas de celofán, luego se selló y registró su peso.

- **Almacenamiento**

El edulcorante sólido se trasladó al laboratorio de investigación y de alimentos de la U.E.B para almacenarlo en el desecador a 21 °C, para luego realizar los análisis respectivos.

Diagrama de flujo para la obtención de edulcorante sólido de jícama



4.3 Tipos de análisis

Se realizó los siguientes análisis.

4.3.1 En la materia prima

- **Potencial de hidrógeno**

Se determinó el potencial de hidrógeno (pH) según la norma técnica ecuatoriana INEN 0389:86

- **Grados Brix**

Se determinó el contenido de sólidos solubles según la norma técnica ecuatoriana INEN 0389:86.

- **Ácidoz titulable**

Se determinó por el método de titulación con hidróxido de sodio, según la norma técnica ecuatoriana INEN 381: 86.

4.3.2 En el producto terminado

- **Potencial Hidrogeno**

Se determinó el potencial de hidrógeno (pH) según la norma técnica ecuatoriana INEN 0389:86.

- **Ácidoz titulable**

Se realizó por el método de titulación con hidróxido de sodio, según la norma técnica ecuatoriana INEN 381: 86

- **Humedad**

Se realizó la determinación de humedad del producto obtenido mediante la utilización de la balanza analítica, Sensible al 0.1mg de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana INEN 265

- **Cenizas**

Se determinó el contenido de cenizas según el Método AOAC 920 .181.Ed 19. 2012.

- **Proteína**

Se determinó el contenido de proteína según el MétodoAOAC 962.18.Ed 19. 2012.

- **Grasa**

Se determinó el contenido de grasa según el MétodoAOAC Ed 19 .2012 2003.06.

- **Fibra Cruda**

Se determinó el contenido de fibra cruda según la norma técnica ecuatoriana INEN 522.

- **Carbohidratos Totales**

Se determinó el contenido de carbohidratos totales por cálculo mediante la siguiente formula (100-% H+C+PRT+GR+FC).

- **Azúcares Totales**

Se determinó el contenido de azúcares totales por HPLC.

- **Azúcares Reductores**

Se determinó el contenido de azúcares reductores según el método AOAC 925. 36

- **Sacarosa**

Se determinó el contenido de sacarosa por HPLC.

- **Inulina**

Se determinó el contenido de inulina según el método AOAC 2001- 03.

- **Fructosa**

Se determinó el contenido de fructosa por HPLC.

- **Glucosa**

Se determinó el contenido de glucosa por HPLC.

- **Mohos y Levaduras**

Se realizó mediante el método propuesto por el laboratorio de investigación y de alimentos de la U.E.B; de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana INEN 1529: 10-11.

- **Determinación del costo de producción en el experimento**

Se realizó el costo de producción en el experimento, según los valores obtenidos en la investigación realizada.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Obtención de edulcorante sólido a partir de la jícama

El comportamiento de la temperatura de ebullición en el jugo de jícama extraído según la concentración de sólidos solubles en el jugo, se detallan en el cuadro siguiente.

Tabla 11 Concentración de sólidos solubles

TEMPERATURA °C	GRADOS BRIX
19,10	10,50
90,00	12,00
93,00	24,00
95,00	48,00
96,00	50,00
98,00	51,00
100,00	56,00
105,00	61,00
110,00	65,00
115,00	68,00
120,00	71,00

Fuente: Trabajo experimental 2016

5.2. Mediciones Experimentales

5.2.1 En la materia prima

- **Potencial de hidrógeno**

Tabla 12 Análisis de pH en el jugo

LECTURAS	pH
Lectura No. 1	5,77
Lectura No. 2	5,76
Lectura No.3	5,75
Total	5,76

Fuente: Trabajo experimental 2016

A un pH de 5,76 presenta como una tendencia ácida en el jugo la cual permite evitar cambios debido a la acción enzimática y al desarrollo de microorganismos, es más ácido comparado con Ortiz, 2014; obtiene un pH de 6,40.

- **Grados Brix**

Tabla 13 Concentración de sólidos solubles en el jugo (Brix)

LECTURAS	GRADOS BRUX
Lectura No. 1	10,50
Lectura No. 2	10,40
Lectura No.3	10,60
Total	10,50

Fuente: Trabajo experimental 2016

El jugo de jícama presenta una concentración de 10,5 Brix, varía de acuerdo al tiempo de cosecha y al tipo de suelo, tiene una relación cercana comparada con Ortiz, 2014.

- **Ácidoz titulable**

Tabla 14 Análisis de ácidéz en el jugo

LECTURAS	ACIDEZ %
Lectura No. 1	0,051
Lectura No. 2	0,052
Lectura No.3	0,053
Total	0,052

Fuente: Trabajo experimental 2016

El grado de ácidéz indica el contenido de ácidos libres en el jugo, obteniendo un valor de 0,052 %, es menor comparado con Ortiz, 2014.

5.2.2 En el producto terminado

- **Potencial Hidrógeno**

Tabla 15 Análisis de pH en el edulcorante sólido

LECTURAS	pH
Lectura No. 1	5,41
Lectura No. 2	5,41
Lectura No.3	5,41
Total	5,41

Fuente: Trabajo experimental 2016

Aun pH de 5,41 el edulcorante sólido presento un color característico a la pulpa de la jícama evitando su deterioro y desarrollo de microorganismos, tiene una relación cercana comparada con Ortiz, 2014.

- **Grados Brix**

Tabla 16 Concentración de sólidos solubles en el edulcorante sólido

LECTURAS	GRADOS BRIX
Lectura No. 1	70,00
Lectura No. 2	71,00
Lectura No.3	72,00
Total	71,00

Fuente: Trabajo experimental 2016

En el edulcorante sólido se determinó una concentración de 71,00 brix, es menor el contenido de sólidos solubles comparada con Ortiz, 2014 que obtiene un valor de 85,00 brix.

- **Ácidoz titulable**

Tabla 17 Análisis de ácidoz en el edulcorante sólido

LECTURAS	ACIDEZ %
Lectura No. 1	0.104
Lectura No. 2	0.105
Lectura No.3	0.106
Total	0.0105

Fuente: Trabajo experimental 2016

El edulcorante sólido obtenido presenta un 0,0105 de ácidos libres obteniendo un producto con una coloración característico a la pulpa evitando el contenido de microorganismos, presenta un valor menor comparado con Ortiz, 2014 que obteniendo un valor de 0,055 %.

- **Humedad**

Tabla 18 Humedad en el edulcorante sólido

LECTURAS	HUMEDAD %
Lectura No. 1	1,31
Lectura No. 2	1,32
Lectura No.3	1,33
Total	1,32

Fuente: Trabajo experimental 2016

El edulcorante presenta una humedad de 1,32 %, se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normativa para obtener panela granulada.

- **Mohos y Levaduras**

Tabla 19 Análisis de mohos y levaduras en el jugo y edulcorante sólido

MUESTRA	ENSAYO	MÉTODO UTILIZADO	RESULTADO ufc
Jugo de jícama	mohos y levaduras	Petrifilm	0
Edulcorante sólido	mohos y levaduras	Petrifilm	0

Fuente: Trabajo experimental 2016

Según los análisis realizados no presentó la presencia de mohos y levaduras en el jugo y edulcorante sólido, ende el producto cumple los parámetros establecidos en la normas.

- **Determinación de costos de la obtención del producto**

Tabla 20 Materiales directos e indirectos

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Jícama	3.86 Kg	0,26	1
Limón	2	0,10	0,20
Fundas de Celofán	1	0,10	0,10 ctv.
Total			\$ 1,30

Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 21 Maquinaria y/o Equipos

Equipos	Costo	T.V.U /años	Depreciación Anual	D. Hora	Hora Utilizada	P. Total
Balanza	250,00	10	25,00	0,0041	0,5	0,0021
Mesa de acero inoxidable	1000,00	10	100,00	0,016	4	0,067
Marmita	100,00	10	10,00	0,0016	2,5	0,004
Licuadaora	350,00	10	35,00	0,0058	0,5	0,0029
Termómetro	20,00	5	4,00	0,0006	0,5	0,0003
Potenciómetro	50,00	5	10,00	0,0016	0,5	0,008
Brixómetro	200,00	5	40,00	0,006	0,5	0,003
Utensilios	100,00	5	20,00	0,003	2	0,006
Estanterías	200,00	5	40,00	0,006	3	0,02
Total						0,113 ctv

Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 22 Insumos

INSUMOS	CONSUMO	TIEMPO	COSTO. U	C. TOTAL
A. Potable	2 m ³	Parada	0,20 ctv/m ³	0,40
Gas	3 Kg	Parada	3/15 Kg	0,60
Energía	2 Kw-h	5 horas	0,10/Kw-h	1,00
Total				\$ 2,00

Fuente: Trabajo experimental 2016

a) Costo de la Parada

$$C.P = (1) + (2) + (3)$$

$$C.P = 1.30 + 0.113 + 2.00$$

$$C.P = \$ 3.41$$

b) Costo Unitario

$$C.U = C.P / \text{fundas producidas}$$

$$C.U = 3.41 / 1$$

$$C.U = \$ 3.41 / 116 \text{ g}$$

c) Costo Total

Utilizando 3.86 Kg de Jícama, se obtuvo una funda con un peso de 116 g de edulcorante sólido de jícama, en la cual realizando el cálculo este producto tiene un valor de \$ 3.41 producirlo.

5.3 Determinación de los principales carbohidratos presentes en el edulcorante sólido.

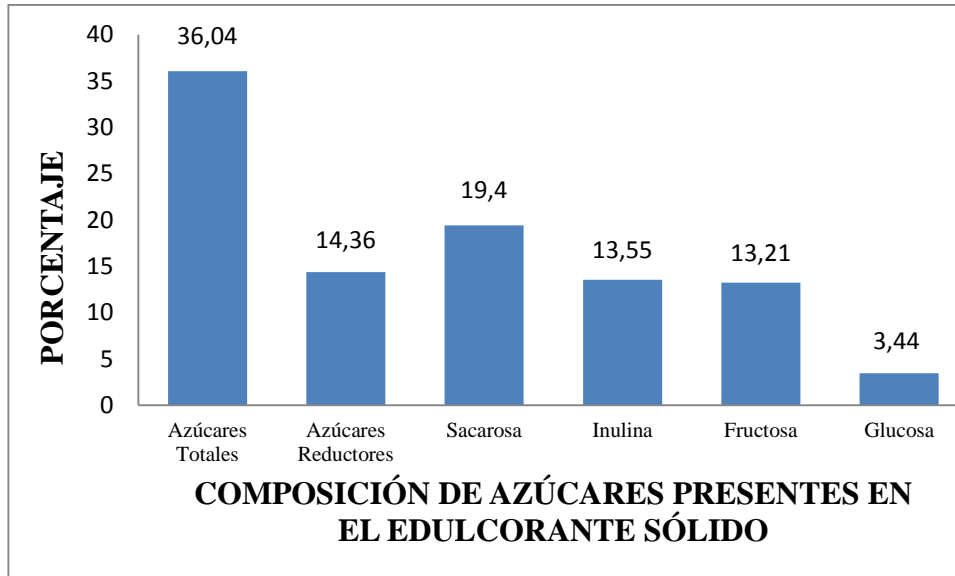
Tabla 23 Análisis proximal del edulcorante sólido de jícama

ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	RESULTADOS (%)			ΣT	\bar{X}
		R1	R2	R3		
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	3,92	3,94	3,96	11,82	3,94
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	1,15	1,16	1,2	3,51	1,17
Humedad	INEN 265	1,30	1,33	1,34	3,97	1,32
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	0,084	0,086	0,088	0,258	0,086
Fibra Cruda	INEN 522	0,889	0,892	0,891	2,672	0,891
Carbohidratos .T	Calculo	92,66	92,59	92,52	277,7	92,60
Azúcares Totales	HPLC	36,02	36,05	36,06	108,13	36,04
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	14,35	14,36	14,37	43,08	14,36
Sacarosa	HPLC	19,29	19,34	19,58	58,21	19,40
Inulina	AOAC 2001- 03	13,55	13,58	13,52	40,65	13,55
Fructosa	HPLC	13,21	13,16	13,25	39,62	13,21
Glucosa	HPLC	3,42	3,43	3,47	10,32	3,44

Fuente: Trabajo experimental 2016

El gráfico correspondiente a los principales carbohidratos presentes en el edulcorante sólido se presenta a continuación.

Gráfico 2 Composición de azúcares presentes en el edulcorante sólido



Fuente: Trabajo experimental 2016

- **Determinación de FOS en el edulcorante sólido de jícama**

FOS = Fructooligosaridos

FOS= 19.4 g/100 g

- **Determinación de calorías en el edulcorante sólido de jícama.**

C.E.S.J. = 38.8 cal/g

Tabla 24 Composición química de la jícama

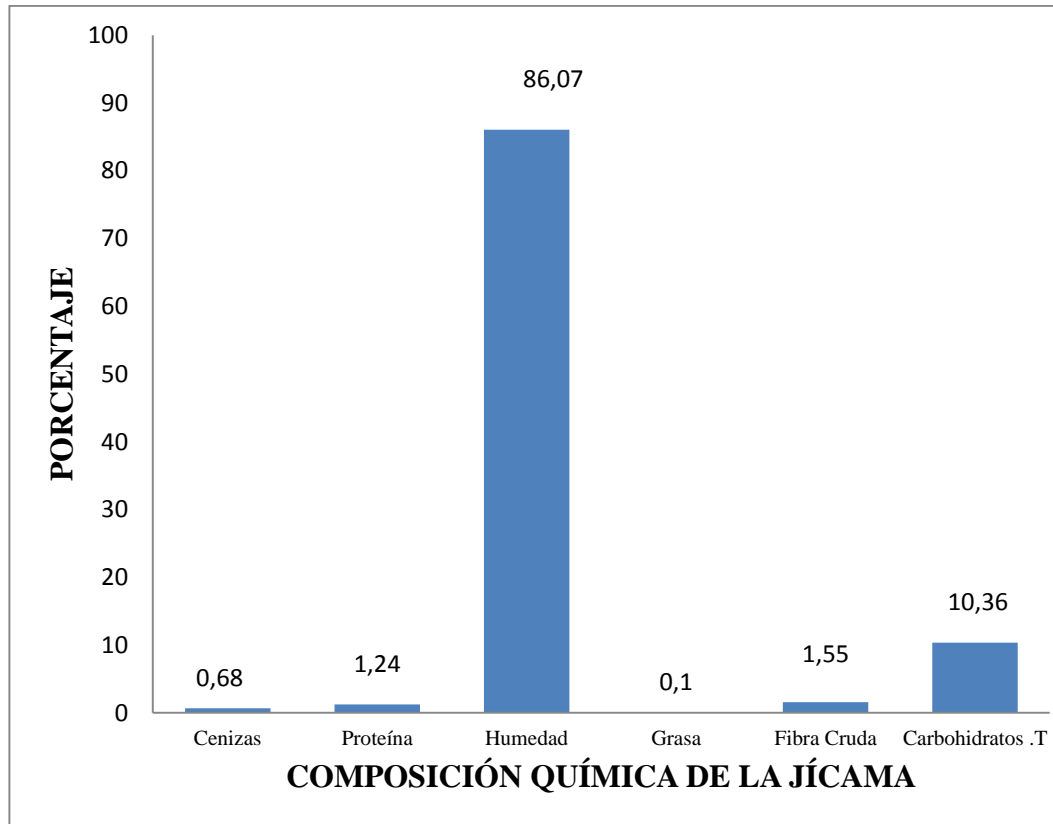
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	RESULTADOS (%)			ΣT	\bar{X}
		R1	R2	R3		
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	0,60	0,70	0,75	2,05	0,68
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	1,24	1,22	1,25	3,71	1,24
Humedad	INEN 265	86,07	86,09	86,07	258.23	86,07
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	0,099	0,10	0,11	0,309	0,10
Fibra Cruda	INEN 522	1,50	1,56	1,61	4,67	1,55
Carbohidratos Totales	Calculo	10,50	10,34	10,24	31,09	10,36
Azúcares Totales	HPLC	25,62	25,57	24,76	75,95	25,32
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	12,85	12,79	11,19	36,83	12,27
Sacarosa	HPLC	13,20	13,40	12,90	39,50	13,16
Fructosa	HPLC	9,10	8,90	8,50	26,50	8,83
Glucosa	HPLC	3,32	3,27	3,36	9,95	3,32

Fuente: Trabajo experimental 2016

La tabla da a conocer los valores correspondientes a los principales parámetros analizados, de acuerdo a metodologías validadas tales como AOAC, INEN, HPLC, se expresa en porcentaje.

El gráfico corresponde a la composición química presente en la jícama.

Gráfico 3 Composición química de la jícama



Fuente: Trabajo experimental 2016

Los valores encontrados en cada una de los parámetros analizados indican la composición y calidad del tubérculo en estudio, es así:

De acuerdo A.S.M., Noman (2006) los valores de la composición proximal se encuentran cercanos, por lo que el contenido de jícama analizada se encuentra dentro de los valores esperados.

El contenido en Cenizas en la jícama en estudio presenta un valor de (0,68) similar en relación con los datos realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $0,5 \pm 0,12$.

El nivel de Proteína en la jícama en estudio demuestra un valor cercano (1,24) en relación con los datos realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $1,23 \pm 0,13$.

En relación a la Humedad en la jícama en estudio es superior (8,07) comparado con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $82,01 \pm 2,24$.

El contenido en Grasa en la jícama en estudio presenta una similitud muy cercana (0,082) en relación a los valores realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $0,1 \pm 0,04$.

El contenido de Fibra Cruda en la jícama en estudio esta de acorde (1,55) con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $1,4 \pm 0,14$.

El contenido de Carbohidratos Totales en la jícama en estudio tiene una relación cercana (10,36) comparada con los valores realizados por A.S.M., Noman, menciona $14,9 \pm 0,04$.

El contenido de Azúcares Totales en la jícama en estudio es superior (25,32) en relación con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $2,13 \pm 0,11$.

El contenido de Azúcares Reductores en la jícama en estudio es superior (12,27) en relación con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006) menciona $1,83 \pm 0,22$.

El contenido de Sacarosa en la jícama en estudio fue encontrado para ser superior (13,16) en relación con los valores realizados en investigación, menciona $3,24 \pm 0,13$.

De acuerdo a la Tabla anterior los valores tienen una significancia directa en la calidad organoléptica del producto, presentando una relación cercana al contenido de Carbohidratos totales comparados con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006).

La jícama cultivada en la parroquia San Simón presenta valores superiores en azúcares totales y reductores comparados con los valores realizados por A.S.M., Noman (2006).

Tabla 25 Poder edulcorante de azúcar relativo a la sacarosa

AZÚCAR	PODER EDULCORANTE (%)	CONTENIDO DE AZÚCAR EN EL EDULCORANTE SÓLIDO DE A JÍCAMA (%)	PODER EDULCORANTE JÍCAMA (%)
Sacarosa	1,00	19,40	0,19
Fructosa	1,80	13,21	0,24
Glucosa	0,74	3,44	0,025

Fuente: Trabajo experimental 2016

La tabla da a conocer los valores correspondientes al poder edulcorante de azúcar relativo a la Sacarosa.

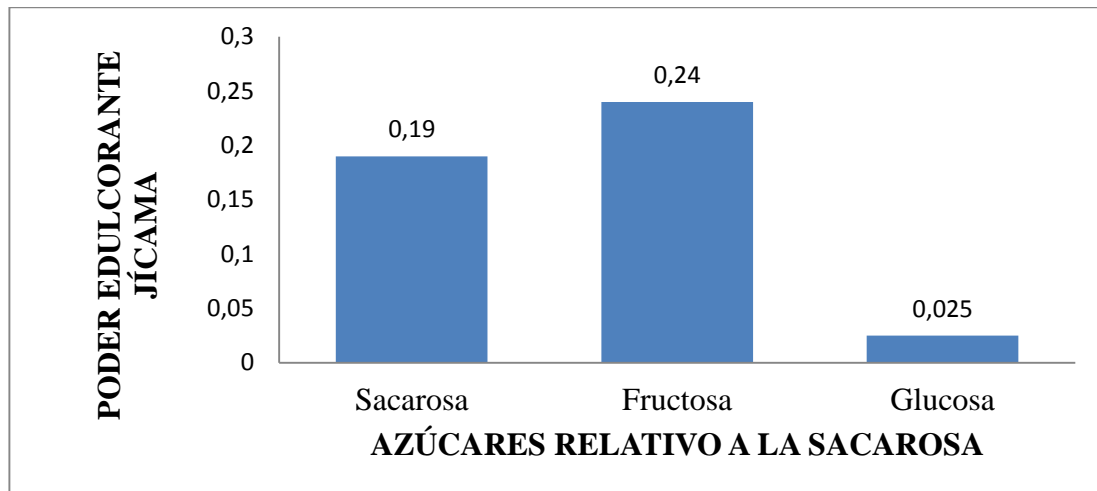
El poder edulcorante del Sacarosa representa el 1,00 %.

El poder edulcorante de la fructosa representa el 1,80 %.

El poder edulcorante de la glucosa representa el 0,74 %.

Los valores obtenidos anteriormente se presentan de una manera gráfica a continuación.

Gráfico 4 Poder edulcorante de azúcares relativo a la sacarosa



Fuente: Trabajo experimental 2016

Discusión

La fructosa representa el 13,21 % en azúcar y determina el poder edulcorante en el producto elaborado (edulcorante sólido de jícama), con una diferencia del 0,05 en relación al poder edulcorante de la sacarosa. El 19,40 % de sacarosa que contiene el edulcorante sólido de jícama nos indica que es un producto no calórico a diferencia del azúcar blanca y panela granulada que representan un valor mayor al 92,00 %, valores que nos indica como edulcorantes calóricos.

El edulcorante sólido de jícama en relación a la fructosa y glucosa a diferencia que los otros edulcorantes representan en menor porcentaje o no lo contienen, esto nos da a conocer que nuestro producto contiene valores nutricionales, de los cuales corresponden a los denominados fructooligosacaridos (FOS) así como el contenido de

inulina y lo pueden consumir personas de diferentes edades y clases sociales con la seguridad de que no produzca calorías.

5.4 Relacionar la calidad del carbohidrato de jícama con la sacarosa de caña de azúcar, panela granulada y estevia.

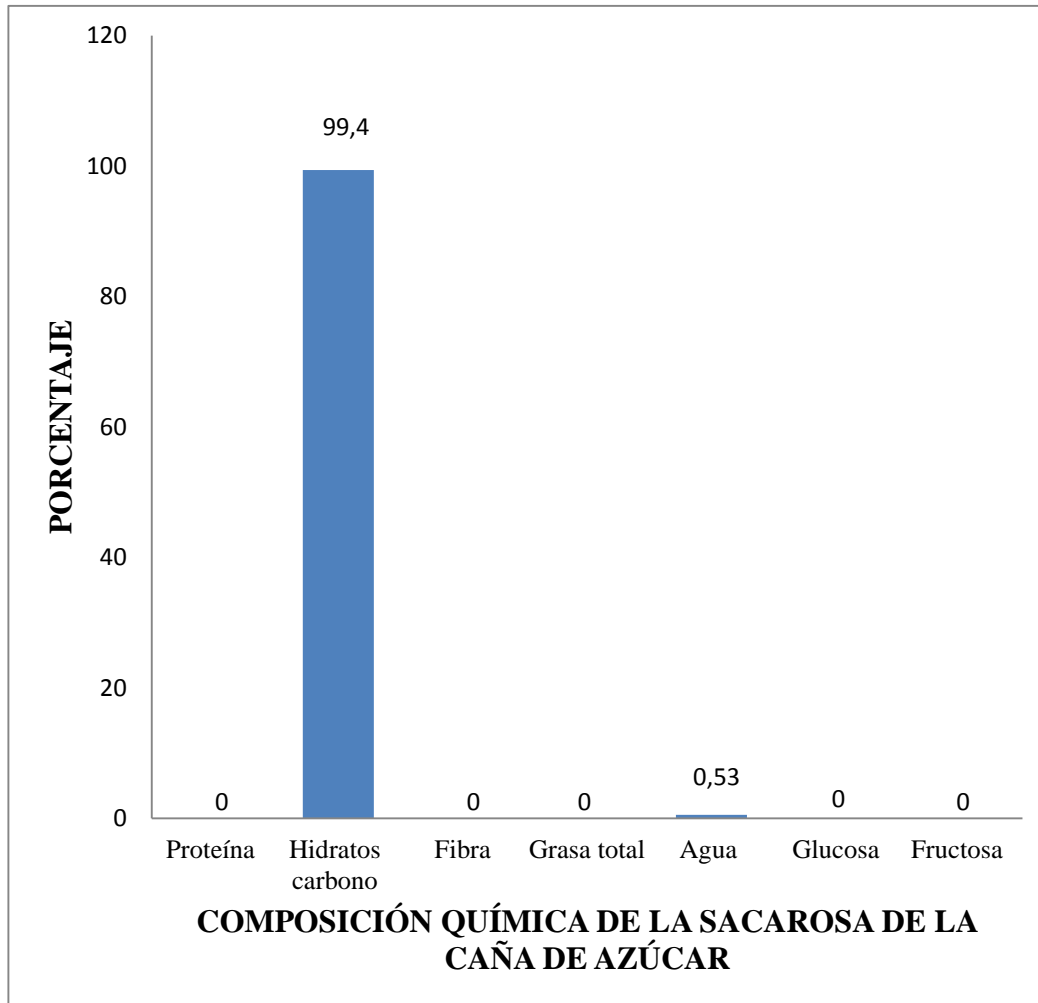
Tabla 26 Composición química de la sacarosa de la caña de azúcar

S.C.A	R1	R2	R3	ΣT	\bar{X}
Energía	398,00 Kcal	373,00 Kcal	384,00 Kcal	1155,00 Kcal	385,00 Kcal
Proteína	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hidratos carbono	99,5	99,5	99,2	298,2	99,4
Fibra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grasa total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	0,50	0,50	0,60	1,60	0,53
Glucosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fructosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacarosa	99,50	99,50	99,40	298,4	99,4

Fuente: Carvajal, A 2015

El gráfico corresponde a la composición química de la sacarosa de la caña de azúcar.

Gráfico 5 Composición química de la sacarosa de la caña de azúcar



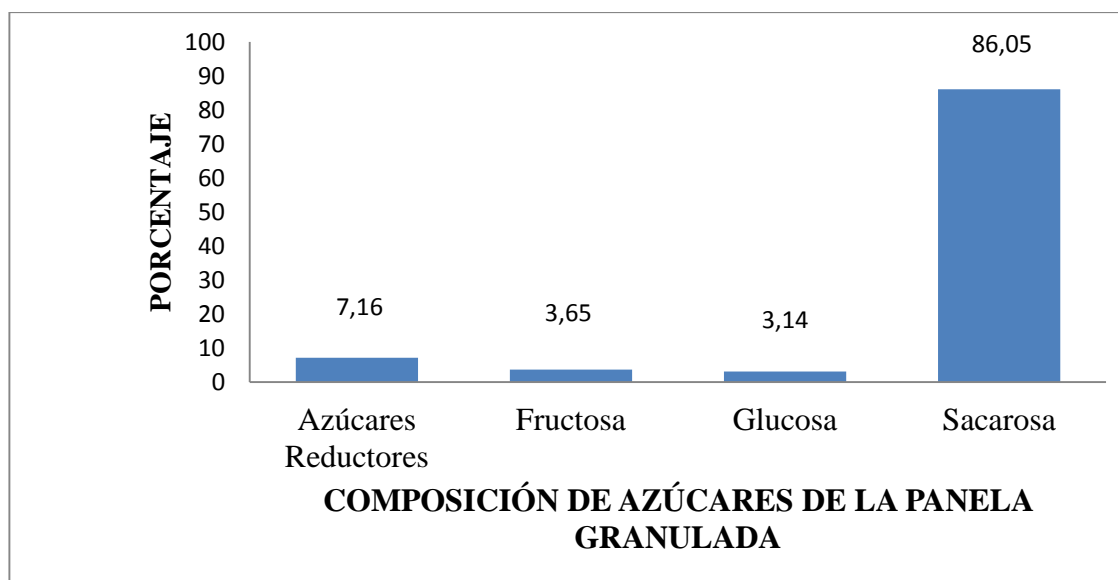
Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 27 Análisis proximal de azúcares en panela granulada producida en las unidades artesanales de Ingapi y Paraíso.

PANELA GRANULADA	R1	R2	R3	ΣT	\bar{X}
Humedad	2,62	3,05	7,48	13,15	4,38
Cenizas	1,06	0,87	1,04	2,97	0,99
E. Etéreo	0,20	0,12	0,11	0,43	0,14
Proteína	0,47	0,36	0,7	1,53	0,51
Fibra	0,20	0,21	0,24	0,65	0,22
Azúcares totales	92,05	89,97	87,87	269,89	89,96
Azúcares Reductores	7,03	5,30	9,15	21,48	7,16
Fructosa	3,94	3,15	3,85	10,94	3,65
Glucosa	3,13	3,12	3,16	9,41	3,14
Sacarosa	85,05	92,14	80,97	258,16	86,05

Fuente: Clavijo, A 2008

Gráfico 6 Composición química de la panela granulada



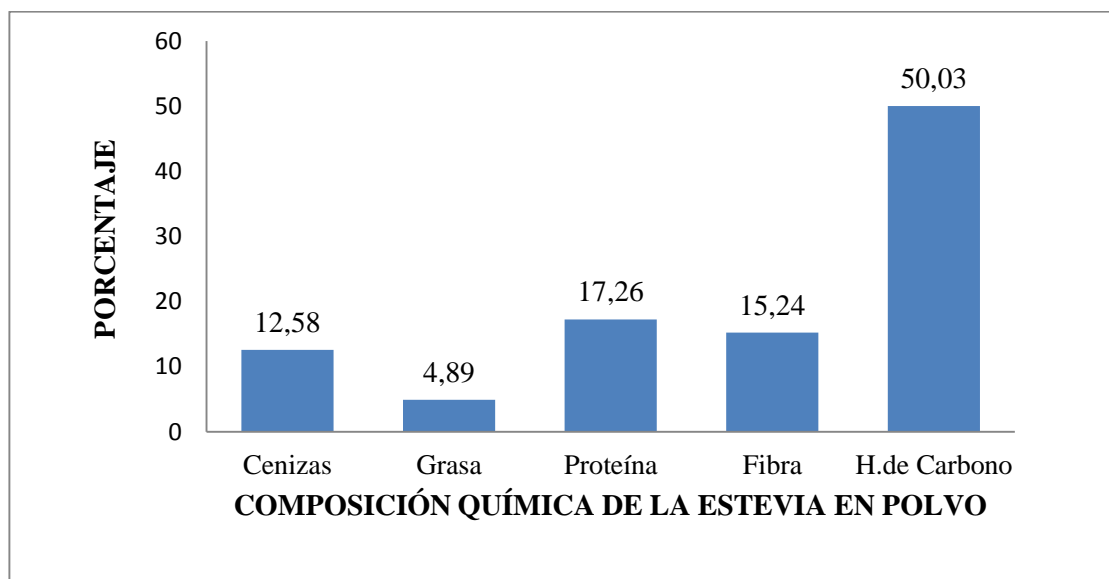
Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 28 Composición química de la estevia en polvo

ESTEVIÁ	TADHAN AND SUBHASH (2006)	SERIO (2010)	ABOU- ARAB ET AL. (2010)	ΣT	\bar{x} %
Cenizas	13,10	13,24	11,41	37,75	12,58
Grasa	4,34	5,60	4,73	14,67	4,89
Proteína	20,40	15,20	16,18	51,78	17,26
Fibra	15,23	15,00	15,50	45,75	15,24
H.de Carbono	35,20	53,00	61,90	150,10	50,03

Fuente: Marcinek, K 2015

Gráfico 7. Composición química de la estevia en polvo



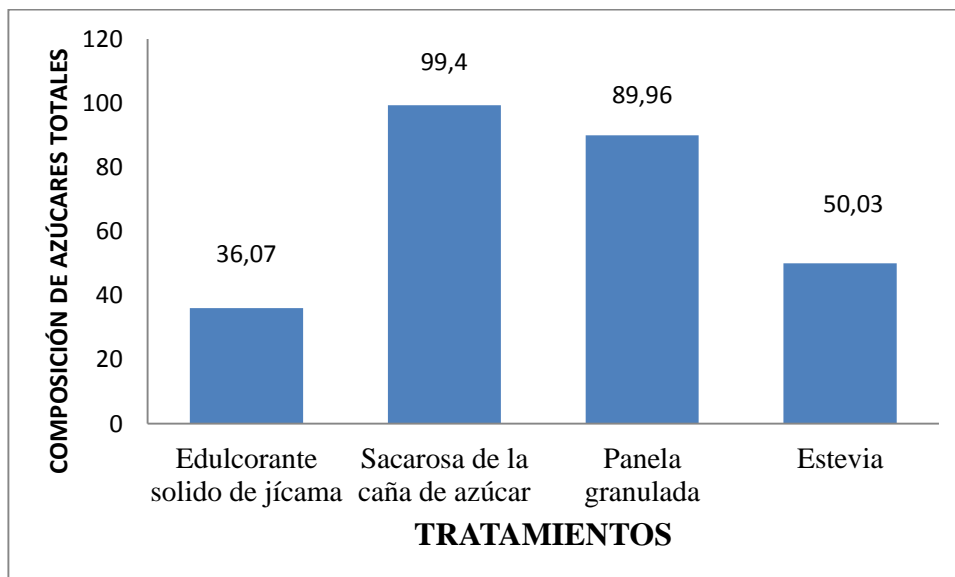
Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 29. Composición de azúcares totales por tratamientos

COMPOSICIÓN DE AZÚCARES TOTALES (%)						
	EDULCORANTES	R1	R2	R3	ΣT	\bar{x}
T1	Edulcorante solido de jícama	36,04	36,06	36,11	108,21	36,07
T2	Sacarosa de la caña de azúcar	99,50	99,50	99,20	298,20	99,40
T3	Panela granulada	92,05	89,97	87,87	269,89	89,96
T4	Estevia en polvo	35,20	53,00	61,90	150,10	50,03

Fuente: Trabajo experimental, 2016

Gráfico 8. Composición de azúcares totales por tratamientos



Fuente: Trabajo experimental 2016

Tabla 30 ANOVA para azúcares totales por tratamientos

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
Entre grupos	8423,01	3	2807,67	59,35	0,00
Intra grupos	378,45	8	47,31		
Total (Corr.)	8801,45	11			

Fuente: Trabajo experimental 2016

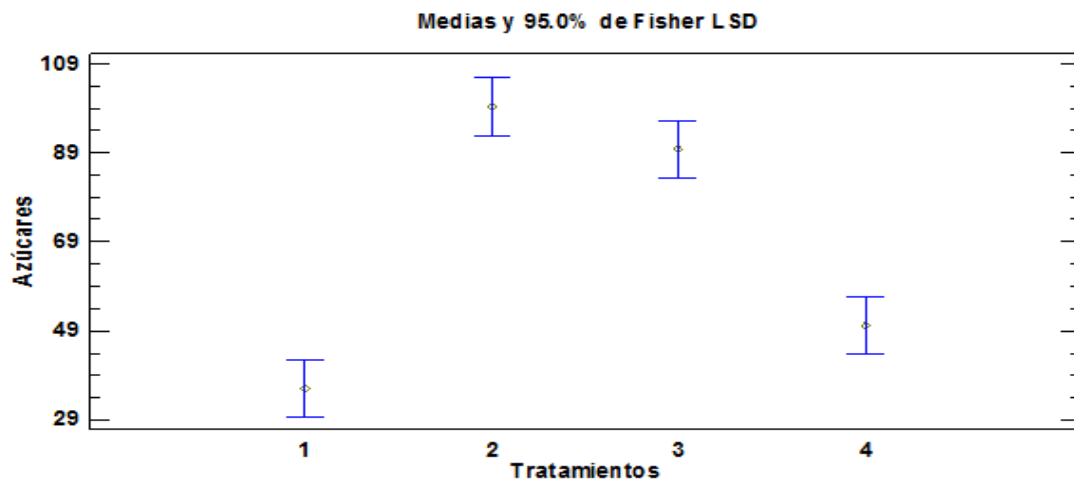
Nivel de confianza 95%

Nivel significancia 5% = 0,05

Se descompone la varianza de azúcares en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 59.3516, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos.

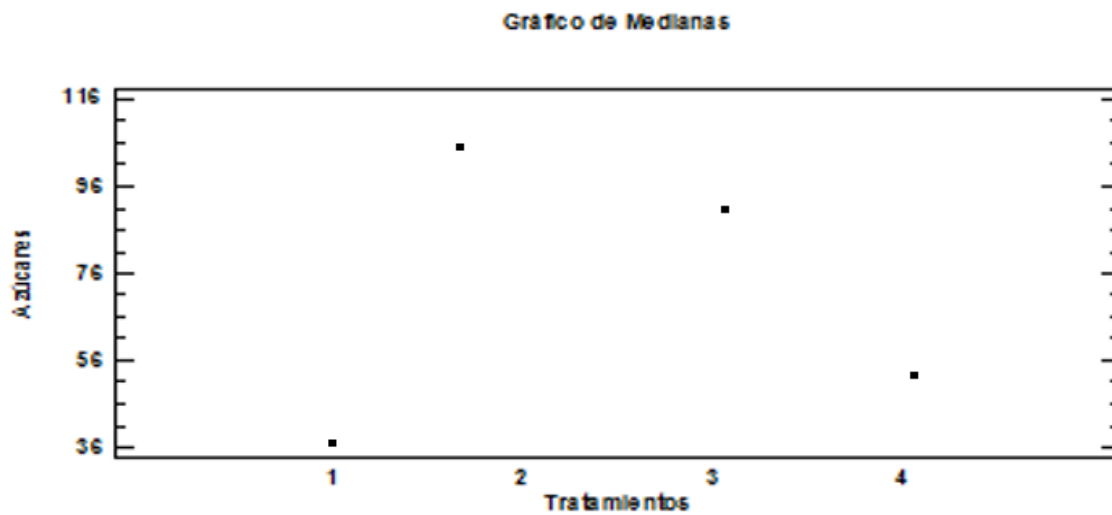
Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de azúcares entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Gráfico 9 Análisis de azúcares totales por tratamientos



Fuente: Trabajo experimental 2016

Gráfico 10 Análisis de azúcares totales



Fuente: Trabajo experimental 2016

De acuerdo a los gráficos 8 y 9 los azúcares de jícama son estadísticamente diferentes a los azúcares de las otras especies vegetales, debido principalmente a su bajo contenido de sacarosa.

CAPÍTULO VI

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la investigación realizada el edulcorante sólido de jícama está de acuerdo con los estándares establecido por la normativa, tomando en consideración su composición de azúcares totales, por tanto se acepta la hipótesis nula que dice:

H₀ = El edulcorante sólido obtenido a partir de la jícama presenta características de calidad de acuerdo a la normativa legal establecida.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se caracterizó física y químicamente el edulcorante sólido obtenido a partir de la jícama, en la cual los valores de la media obtenidos del pH de 5,41; grados Brix de 71,00; ácida titulable 0,0105 % y humedad de 1,32 %; los mismos que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa para la obtención de este tipo de edulcorantes.
- Se obtuvo edulcorante sólido a partir de la jícama, elaborado mediante el procedimiento detallado en el diagrama de proceso, para este efecto se utilizó como materia prima la jícama, la misma que posteriormente se extrajo su fase líquida (jugo), sometido a diferentes análisis físicos y químicos, los mismos que arrojaron los siguientes resultados: pH de 5,76; grados brix 10,50 y ácida titulable 0,0525 %. Estas mediciones ayudaron a establecer la calidad de la materia prima, que comparadas con las normas establecidas se encuentran dentro de los parámetros normales.
- Se determinó los principales carbohidratos presentes en el edulcorante sólido, los mismos que fueron determinados mediante análisis proximal de laboratorio, los valores obtenidos son: azúcares totales 36,04 %; azúcares reductores 16,64 %; sacarosa 19,4 %; inulina 13,55 %; fructosa 13,21 % y glucosa 3,44 %. Manifestando que el edulcorante sólido de jícama contiene fructooligosacáridos por su contenido en sacarosa, fructosa, glucosa e inulina representando un bajo contenido calórico.

- Relacionamos la calidad del carbohidrato de jícama que fue de 36,40 %, contrastado con el carbohidrato del edulcorante de la sacarosa de caña de azúcar que es 99,40 %; panela granulada 89,96 % y estevia con 50,30 %; analizando estos datos evidenciamos claramente que elaborar edulcorante sólido a partir de jícama es muy beneficioso para el consumo humano ya que los porcentajes de carbohidrato son muy bajos en relación a los otros tipos de edulcorantes, por tanto es adecuado su producción y consumo sin representar ningún riesgo para la salud.

RECOMENDACIONES

- Sugerimos seguir profundizando en el tema con más análisis físicos y químicos de laboratorio que nos ayuden a precisar con mayor exactitud la calidad de la materia prima, los análisis a complementar serían densidad, viscosidad y color, pues en base a estos podríamos garantizar la calidad del producto final.
- Fomentar el cultivo de la jícama para tener materia prima para elaborar edulcorante sólido, en vista de ser un producto ancestral de la serranía ecuatoriana, con un adecuado contenido de carbohidratos 36%, que representa una cantidad considerable y que sobre todo no tiende a causar problemas de salud a quienes la consumen.
- Fomentar el cultivo de la jícama para tener materia prima para elaborar edulcorante sólido, en vista de ser un producto ancestral de la serranía ecuatoriana, con un adecuado contenido de carbohidratos 36 %, que representa una cantidad considerable y que sobre todo no tiende a causar problemas de salud a quienes la consumen.
- Buscar la diversificación de presentaciones del edulcorante sólido obtenido a partir de la jícama ya que al relacionar los tipos de edulcorantes (sacarosa de la caña de azúcar, panela granulada y estevia) vemos que estos se obtiene en diferentes formas, para así atraer la atención del consumidor y poder ofertar una amplia gama de productos.

BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, F., 2013. Propuesta de una guía culinaria basada en el uso de Tubérculos producidos en el Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de licenciada en Gastronomía, Guayaquil, Ecuador. En línea:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6072/1/Gs048.pdf>.

Arrobo, J., 2013. Plan emergente para difundir y comercializar la Jícama en el Ecuador. Guayaquil – Ecuador.

En línea: <http://www.eluniverso.com/opinion/2013/05/30/nota/966931/jicama-no-le-damos-valor-que-tiene>.

Berjano, E., Bravo, M., Huamán, M., 2002. Tabla de Composición de Alimentos Industrializados.

Brito, B., Espín, S., 2009. Variabilidad en la Composición Química de Raíces y Tubérculos Andinos del Ecuador. In: Raíces y Tubérculos Andinos. Centro internacional de la Papa (CIP) y Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Eco región Andina.

En línea: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5041/1/53886_1.pdf.

Carvajal, A., 2015. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Codex Alimentarius.

Disponible en <https://www.ucm.es/nutricioncarvajal/>.

Cajas, G., Oviedo, S.P., & Paredes, Y.J. 2012. Manual técnico para el cultivo de jícama. Universidad Nacional de Loja.

En línea: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/401/1/T-UIDE-0380.pd>.

Casella, N. S.; Carrasco Manrique, A. L; Mesa, M. A. 2013. Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte. Vol. 6 N° 20, Marzo 2013. En línea:www.romerobrest.edu.ar/ojs/index.php/ReCAD/article/download/.../101.

Centro Internacional de la papa (CIP), 2011, Ficha técnica, YACON, Lima Perú. En línea: http://isnajicama.blogspot.com/2011_04_01_archive.html.

Código Alimentario Argentino. 2014. Artículo 1370, Capitulo XVII: Alimentos dietéticos.

En línea:
http://alimentosargentinos.gob.ar/contenido/valorAr/Educa/Fic/Ficha_edulcorantes.pdf.

Cuadrado L, 2014. Estudio Bromatológico y Fotoquímico de la jícama (*Smallanthus sonchifolia*) para determinar el tiempo óptimo de cosecha: tesis previa a la obtención de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Riobamba Ecuador.

Clavijo, A., 2008. Estudio del efecto del uso de jugo de dos genotipos de caña de azúcar previamente descortezada y de la temperatura de la fuente de calentamiento sobre el proceso en la elaboración de panela granulada. Tesis, Ing. Agroindustrial. Quito- Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.

Diario el Universo, 2007. La jícama, endulzante sano y natural. Ecuador.

Durán Samuel A, Karla Cordon A., María del Pilar Rodríguez N. 2013. Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. Revista chilena de nutrición.

En línea:
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182013000300014&script=sci_arttext.

Espín, S y colaboradores., 2000. Composición Química de siete Especies de Raíces y Tubérculos Andinos. In: Raíces y Tubérculos Andinos: Alimentos de ayer para la gente de hoy. Recetas para una alimentación Sana y Nutritiva. Publicación miscelánea N° 114. INIAP. Quito, Ecuador.

Fairlie, T., Bermúdez, M. 2008. Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación. Tomo II. Lima Perú. En línea: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/RTA59120.pdf>.

Fundación Produce Nayarit, 2012. Perspectiva Estadística del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México DF.

En línea:
http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/coah/Pers-coa.pdf.

En línea: <http://morelos.gob.mx/?q=exelente.produccion-de-jicama-en-morelos>.

En línea: http://www.fao.org.mx/documentos/libro_FAO.pdf.

Heike, B., 2012. *Pachyrhizus erosus* (L.) Urb. Jícama. En línea: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/pachyrhizuserosus/fichas/ficha.htm> INIAP, 2004. Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador, Quito Ecuador. En línea: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Ra%C3%ADces%20y%20Tub%C3%A9rculos%20Alternativas%20para%20el%20uso%20sostenible%20en%20Ecuador.pdf>.

León, M., 2008. Caracteres Agronómicos de Cinco Cultivares de Yacón (*polymnia sonchifolia*) Bajo Condiciones de la Campiña de Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. UNC.

Marcinek, K., Krejpcio, Z., 2015. Stevia Revaudina Bertoni- Chemical Composition and functional properties.

Manrique, I., Parraga, A., Herman, M., 2003. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos.

Madrigal, L y Sangronis, E; 2007. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. Vol. 57.

En línea: <http://www.scielo.org.ve/pdf/alan/v57n4/art12.pdf>.

Moreiras y col., 2013. Consejo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.

Montando, 1991. Desarrollo de tecnología para la elaboración de Jarabe. México DF.

Nomam, A. 2006. Nutritional and anti- nutritional components in *Pachyrhizus erosus* L. Tuber.

Tapia, M., 2010. Cultivos Andinos subexplotados y su Aporte en la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Graefe S, Herman M, Manrique I, Golombex S & A Buerkert. 2004. Effects of post – harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes .*Fleid Crops Research* 86:157-165.

Torresani, M. E., Somoza M. I., 2012. Lineamientos para el cuidado nutricional. En línea: <http://pdflibros.net/4171-lineamientos-para-el-cuidado-nutricional-maria.html>.

Valdivieso, M., 2009. Producción orgánica de cultivos Andinos. Quito. En línea:http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf.

Villacres, E., 2007. Raíces y tubérculos andinos: alimentos de ayer para la gente de hoy. Quito – Ecuador.

Villalta, W., 2012. Beneficios de la panela producida orgánicamente frente al azúcar blanco.

ANEXOS

ANEXO 1

MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO 2

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

Certificado de Análisis del Laboratorio



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS
Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador



CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-138 (B)

ROI-5 10 06

Solicitud N°: 16-138		Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 23 mayo 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 23 mayo - 07 junio 2016	
Información del cliente:		
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0201982410	
Representante: Remigio Yépez	Tlf: 0982829482	
Dirección: Parroquia San Simón	Email: yepezd735@gmail.com	
Ciudad: Guaranda		
Descripción de las muestras:		
Producto: Edulcorante de Jicama	Peso: 200g y 150g	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda ziploc	
Lote: n/a	No de muestras: 1 muestra	
F. Elb.: 22 mayo 2016	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días	
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 23 mayo 2016	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Edulcorante de Jicama	13816425	Ninguno	Cenizas	AOAC 920.181. Ed 19, 2012	%	3.94
			Proteína	AOAC 962.18. Ed 19, 2012	%(Nx6.25)	1.17
			Humedad	INEN 265	%	1.32
			Grasa	AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	0.086
			Fibra cruda	INEN 522	%	0.891
			Carbohidratos Totales	Calculo *	%	92.6
			§*Azúcares totales	HPLC	%	36.04
			§*Azúcares reductores	AOAC 925.36	%	16.64
			§*Sacarosa	HPLC	%	19.4
			§Fructosa	HPLC	%	13.21
			§* Glucosa	HPLC	%	3.44

Conds. Ambientales: 18.5 °C; 49%HR

Nota: § Análisis subcontratados con un Laboratorio Acreditado

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si X No

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-138

R01-5.10 06

Solicitud N°: 16-138	Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 23 mayo 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 23 mayo - 07 junio 2016
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0201982410
Representante: Remigio Yépez	Tlf: 0982829482
Dirección: Parroquia San Simón	Email: yepezd735@gmail.com
Ciudad: Guaranda	
Descripción de las muestras:	
Producto: Edulcorante de Jicama	Peso: 200g y 150g
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda resellable
Lote: n/a	No de muestras: una muestra
F. Elb.: 22 mayo 2016	F. Exp.: n/a
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 23 mayo 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Edulcorante de Jicama	13816425	Ninguno	Cenizas	AOAC 920.181. Ed 19, 2012	%	3.94
			Proteína	AOAC 962.18. Ed 19, 2012	%(Nx6.25)	1.17
			Humedad	INEN 265	%	1.32
			Grasa	AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	0.086
			Fibra cruda	INEN 522	%	0.891
			Carbohidratos Totales	Cálculo	%	92.6
			§*Azúcares totales	HPLC	%	36.04
			§*Azúcares reductores	AOAC 925.36	%	16.64
			§*Sacarosa	HPLC	%	19.4
			§*Inulina	AOAC 2001.03	%	13.55
			§Fructosa	HPLC	%	13.21
§* Glucosa	HPLC	%	3.44			

Conds. Ambientales: 18.5 °C; 49%HR

Nota: § Análisis subcontratados con un Laboratorio Acreditado

DIRECTORA DE CALIDAD
Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad



Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí No

CG


Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

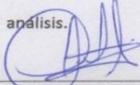
"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MOHOS Y LEVADURAS

		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR				
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN		LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA				
Dir. Avenida Ernesto Che-Guevara s/n y Gabriel Secaira www.ueb.edu.ec						
CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO						
CERTIFICADO No: 00136						
Información del solicitante:						
Solicitante: Ego. Remigio Yépez			Teléfono: 0982829482			
Dirección: San Simón			Ciudad: Guaranda			
Descripción de las muestras:						
Producto: Azúcar de Jícama			Peso: Aproximadamente 100 g			
Tipo de envase: Funda plástica			No de muestras: 1			
Conservación:	Ambiente (X)	Refrigeración	Congelación	Fecha de recepción: 8 de Junio del 2016		
Cierres de Seguridad:	Ninguno: x	Intacto:	Otros:	Fecha de entrega: 10 de Junio del 2016		
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código laboratorio	Código solicitante	Ensayos solicitados	Métodos Utilizados	Unidades	Resultados
Azúcar de Jícama	3013185	Sin código	Mohos y levadura	Petrifilm	Ufc	0

Nota: Los análisis fueron realizados por duplicado. Total 2 análisis.


 Ing. Darwin Pomagala
 Director Departamento de Investigación


 Ing. Paola Wilcaso
 Técnico Docente



ANEXO 3

BASES DE DATOS

Análisis proximal de la jícama

ENSAYO 1

JÍCAMA(TUBÉRCULO)			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	0,60
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,24
Humedad	INEN 265	%	86,07
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,085
Fibra Cruda	INEN 522	%	1,50
Carbohidratos Totales	Calculo	%	10,505
Azúcares Totales	HPLC	%	25,62
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	12,85
Sacarosa	HPLC	%	13,20
Fructosa	HPLC	%	9,10
Glucosa	HPLC	%	3,32

Fuente: Trabajo experimental 2016

Análisis proximal de la jícama

ENSAYO 2

JÍCAMA(TUBÉRCULO)			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	0,70
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,22
Humedad	INEN 265	%	86,09
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,083
Fibra Cruda	INEN 522	%	1,56
Carbohidratos Totales	Calculo	%	10,347
Azúcares Totales	HPLC	%	25,57
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	12,79
Sacarosa	HPLC	%	13,40
Fructosa	HPLC	%	8,90
Glucosa	HPLC	%	3,27

Fuente: Trabajo experimental 2016

Análisis proximal de la jícama

ENSAYO 3

JÍCAMA(TUBÉRCULO)			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	0,75
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,25
Humedad	INEN 265	%	86,07
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,079
Fibra Cruda	INEN 522	%	1,61
Carbohidratos Totales	Calculo	%	10,241
Azúcares Totales	HPLC	%	24,76
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	11,19
Sacarosa	HPLC	%	12,90
Fructosa	HPLC	%	8.50
Glucosa	HPLC	%	3,36

Fuente: Trabajo experimental 2016

Análisis proximal del edulcorante sólido de jícama

ENSAYO 1

EDULCORANTE SÓLIDO DE JÍCAMA			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	3,92
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,15
Humedad	INEN 265	%	1,30
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,084
Fibra Cruda	INEN 522	%	0,889
Carbohidratos Totales	Calculo	%	92,66
Azúcares Totales	HPLC	%	36,02
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	16,62
Sacarosa	HPLC	%	19,29
Inulina	AOAC 2001-03	%	13,55
Fructosa	HPLC	%	13,21
Glucosa	HPLC	%	3,42

Fuente: Trabajo experimental 2016

Análisis proximal del edulcorante sólido de jícama

ENSAYO 2

EDULCORANTE SÓLIDO DE JÍCAMA			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	3,94
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,16
Humedad	INEN 265	%	1,33
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,086
Fibra Cruda	INEN 522	%	0,892
Carbohidratos Totales	Calculo	%	92,59
Azúcares Totales	HPLC	%	36,05
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	16,64
Sacarosa	HPLC	%	19,34
Inulina	AOAC 2001-03	%	13,58
Fructosa	HPLC	%	13,16
Glucosa	HPLC	%	3,43

Fuente: Trabajo experimental 2016

Análisis proximal del edulcorante sólido de jícama

ENSAYO 3

EDULCORANTE SÓLIDO DE JÍCAMA			
ENSAYOS	MÉTODOS UTILIZADOS	UNIDADES	RESULTADOS
Cenizas	AOAC 920 .181.Ed 19. 2012	%	3,96
Proteína	AOAC 962.18.Ed 19. 2012	%(Nx6.25)	1,20
Humedad	INEN 265	%	1,34
Grasa	AOAC Ed 19 .2012 2003.06	%	0,088
Fibra Cruda	INEN 522	%	0,891
Carbohidratos Totales	Calculo	%	92,521
Azúcares Totales	HPLC	%	36,06
Azúcares Reductores	AOAC 925. 36	%	16,66
Sacarosa	HPLC	%	19,58
Inulina	AOAC 2001-03	%	13,52
Fructosa	HPLC	%	13,25
Glucosa	HPLC	%	3,47

Fuente: Trabajo experimental 2016

ANEXO 4

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO INVESTIGATIVO

CULTIVO DE LA JÍCAMA



SOLEADO DE LA JICAMA



RECEPCIÓN



PESADO



LAVADO



DESCORTEZADO



PESADO CÁSCARA



REPOSO



EXTRACCIÓN DEL JUGO



JUGO TAMIZADO



MEDICIÓN PH Y BRIX



CONCENTRACIÓN



REPOSO MIEL



RALLADO



PESADO



ALMACENADO



ANEXO 5

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Análisis: Examen detallado de una muestra para conocer sus características o cualidades, o su estado y extraer conclusiones, que se realiza separando o considerando por separado las partes que la constituyen.

Antioxidante: Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas.

Edulcorante: aditivo alimentario que se encarga de proveer el sabor dulce a los alimentos.

Extracto Etéreo: es el conjunto de sustancias de un alimento que se extrae con éter etílico (es decir esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres etc.).

Factor: Elemento, circunstancia, influencia, que contribuye a producir un resultado.

Fibra dietética: Son polímeros de hidratos de carbono que forman parte de las paredes celulares vegetales como la celulosa.

Fructooligosacarido: Es un oligosacárido lineal formado por entre 10 y 20 monómeros de fructosa, y que pueden contener una molécula inicial de glucosa.

Fructosa: Es una forma de azúcar encontrada en los vegetales, las frutas y la miel, es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa pero con diferente estructura.

Higroscópico: es decir, absorbe los olores del medio donde se almacena.

Inulina: Es el nombre con el que se designa a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa.

Índice de madurez: Corresponde al estado de madurez que poseen los productos vegetales, frutas y hortalizas al ser cosechados, es específicamente importante para su manejo, transportación y comercialización ya que repercute directamente en su calidad y potencial de conservación de fresco.

Inocuo: Este vocablo y el sustantivo correspondiente inocuidad se aplican al control de peligros que están asociados a productos que se designan para consumo humano a través de su ingestión. Estos pueden ser alimentos o medicamentos que no provoquen daños a la salud del consumo.

Materias vegetales extrañas: hojas o porciones de planta de arándanos y otras materias vegetales inocuas semejantes.

Morfotipo: Se define como un grupo de muestras o entradas de mayor distribución en el cultivo.

Nutraceutico: Producto de origen natural con propiedades biológicas activas beneficiosas para la salud y con una capacidad preventiva y/o terapéutica definida.

Oligofructanos: O abreviados FOS, suelen utilizarse como sustitutos del azúcar. Estos polisacáridos exhiben una capacidad edulcorante que para un mismo peso varía entre el 30 y el 50 % de la potencia edulcorante del azúcar común en los preparados de jarabes comerciales.

Polialcoholes: (denominados también azúcares alcohólicos) se caracterizan por ser una familia de compuestos químicos orgánicos de sabor dulce.

Polimerización: Es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso llamado polímero o bien una cadena lineal o una macromolécula tridimensional.

Planta herbácea: Planta cuyas partes aéreas son blandas, no leñosas y que habitualmente se marchitan durante el invierno.

Secado es un método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua de estos, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción.

Tratamiento: Un tratamiento es la combinación de niveles del o los factores aplicados a las unidades experimentales, para poder observar el efecto que estos producen o no sobre la respuesta experimental, un factor es igual a un tratamiento si el factor solo posee un nivel.