



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ELABORACIÓN DE HOJUELA DE YACÓN O JÍCAMA  
(*Smallanthus sonchifolius*)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

**CATALINA JUDITH CLAUDIO MENA**

**DIRECTORA: ING. NADYA RIVERA VÁSQUEZ**

**Quito, Septiembre 2016.**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016  
Reservados todos los derechos de reproducción

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722634381
APELLIDO Y NOMBRES:	Claudio Mena Catalina Judith
DIRECCIÓN:	10 de Agosto y San Gregorio
EMAIL:	catalina@claudio.com.ec
TELÉFONO FIJO:	2226934
TELÉFONO MOVIL:	0999210154

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Elaboración de hojuela de Yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) o Jícama
AUTOR O AUTORES:	Catalina Claudio M
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	26 de Septiembre del 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Nadya Rivera
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA DE ALIMENTOS
RESUMEN:	La elaboración de hojuela de yacón o jícama ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) se las obtuvo mediante un proceso de deshidratación artificial, que consiste en la reducción del contenido de agua de un alimento mediante evaporación por acción de calor. El proceso de deshidratación para la obtención de hojuela consistió en aplicar seis tratamientos combinando tres temperaturas

	<p>(57 °C, 63 °C y 68°C) y dos grosores (2 mm y 3 mm); se utilizó un deshidratador Excalibur 3900T por bandejas en paralelo. Durante la deshidratación se controló la pérdida de peso con una balanza analítica electrónica, cada 10 minutos por bandeja hasta llegar al 80 % de pérdida de masa respecto a la masa inicial y se determinó el contenido de humedad. Los tratamientos presentaron las siguientes humedades: con 14.71 % en el tratamiento A de temperatura 57 °C y grosor 2 mm, con 17.53 % en el tratamiento B de temperatura 57 °C y grosor 3 mm, con 14.68 % en el tratamiento C de temperatura 63 °C y grosor 2 mm, con 24.59 % en el tratamiento D de temperatura 63 °C y grosor de 3 mm, con 13.13 % en el tratamiento E temperatura de 68 °C y grosor 2 mm, con 19.09 % en el tratamiento F temperatura de 68 °C y grosor 3 mm. El yacón o jícama químicamente analizado cumplió con los requisitos exigidos por la norma andina 0087, la hojuela presentó un color amarillo, sabor y olor característico. El tratamiento con temperatura de 68 °C y 2 mm de grosor tuvo mayor aceptabilidad global.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Deshidratación, Temperatura, Humedad, Yacón, Jícama, Aceptabilidad, Secado, Hojuela, Ancestral, Natural, Raíz, Tubérculo</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>The preparation of flake yacón or jícama (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) was obtained through a process of artificial dehydration, which is the reduction of the water content of a food through evaporation by the action of heat. The dehydration</p>

	<p>process for obtaining flake was to apply six treatments combining three temperatures (57 °C, 63 °C and 68 °C) and two thicknesses (2 mm and 3 mm); Excalibur dehydrator 3900T was used for trays in parallel. During dehydration, weight loss was controlled with an electronic analytical balance, every 10 minutes per tray to reach 80 % of mass loss compared to the initial mass and the moisture content was determined. The treatments had the following humidities: with 14.71 % in treatment 'A' temperature 57 °C and 2 mm thick, with 17.53 % in treatment 'B' temperature 57 °C and 3 mm thick, with 14.68 % in treatment 'C' temperature 63 °C and 2 mm thick, with 24.59 % in treatment 'D' temperature 63 °C and 3 mm thick, with 13.13 % in the treatment 'E' temperature 68 °C and 2 mm thick, with 19.9 % in the treatment 'F' temperature 68 °C and 3 mm thickness. Yacón or jícama chemically analyzed met the requirements of the Andean Standard 0087, the flake present a yellow color, flavor and odor characteristic. The treatment with a temperature of 68 °C and 2 mm thick had a greater overall acceptability.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Dehydration, Temperature, Moisture, Yacón, Jícama, Acceptability, Drying, Flakes, Ancestral, Natural, Root, Tuber.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



CLAUDIO MENA CATALINA JUDITH

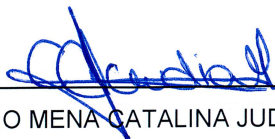
1722634381

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Claudio Mena Catalina Judith, CI 172263438-1 autor/a del proyecto titulado: Elaboración de hojuela de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) o Jícama previo a la obtención del título de INGENIERA DE ALIMENTOS en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 26 de septiembre del 2016



CLAUDIO MENA CATALINA JUDITH

1722634381

## DECLARACIÓN

Yo, CATALINA JUDITH CLAUDIO MENA, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Catalina Claudio M.

C.I. 1722634381

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Elaboración de Hojuela de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) o Jícama**", que para aspirar al título de **Ingeniera en Alimentos** fue desarrollado por **Catalina Claudio M**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Nadya Rivera Vásquez

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 0401282041



## DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis  
a una persona muy especial  
que ya no me acompaña,  
pero sé que estaría muy orgulloso  
de verme culminar una etapa más,  
con mucho cariño a mi abuelito Eduardo  
que desde el cielo me sigue bendiciendo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sus bendiciones.

A mis padres María y Gustavo, por su amor infinito, por enseñarme a nunca rendirme, estar a mi lado siempre y brindarme su apoyo a pesar de haberme equivocado y

Mi hermana Pilar por su fortaleza y cariño.

A Gus por ser un amigo incondicional y el mejor confidente.

A mi tía Mónica por ser una luz en camino.

A mi tío Edgar por la compañía.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 YACÓN O JÍCAMA ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ).....	4
2.1.1 HISTORIA.....	5
2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	6
2.1.3 CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS.....	9
2.1.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	15
2.1.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES.....	17
2.1.6 BENEFICIOS.....	19
2.2 DESHIDRATACIÓN.....	20
2.2.1 CAMBIOS FÍSICOS.....	22
2.2.2 CAMBIOS QUÍMICOS.....	23
2.3 EMPAQUE Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.....	24
3. METODOLOGÍA.....	27
3.1 PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA.....	27
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	27
3.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL YACÓN.....	29
3.4 RENDIMIENTO DEL YACÓN O JÍCAMA.....	30
3.5 TRATAMIENTOS.....	31
3.6 CONTENIDO DE HUMEDAD.....	31
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
3.8 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN.....	32
3.9 CINÉTICA DE SECADO.....	33

3.10 ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD.....	35
3.11 CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA DE LA HOJUELA.....	35
3.12 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HOJUELA.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA QUÍMICA DE MATERIA PRIMA.....	36
4.2 CONTENIDO DE HUMEDAD .....	37
4.3 OBTENCIÓN DE HOJUELAS DE YACÓN O JÍCAMA .....	40
4.4 RENDIMIENTO DEL YACÓN O JÍCAMA .....	40
4.5 CINÉTICA DE SECADO .....	42
4.6 ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD.....	44
4.7 CARACTERIZACIÓN FÍSICO DE LA HOJUELA.....	46
4.8 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HOJUELA.....	47
4.9 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICAS DE LA HOJUELA.....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 CONCLUSIONES .....	50
5.2 RECOMENDACIONES.....	51
GLOSARIO.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Descripción taxonómica del yacón jícama.....	6
<b>Tabla 2.</b> Clasificación del yacón o jícama.....	9
<b>Tabla 3.</b> Diferentes especies de RTA'S de recolecciones 1993-1997.....	11
<b>Tabla 4.</b> Disponibilidad estacionaria de yacón o jícama en el año. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Número de entradas de colecciones de yacón en Sudamérica. ....	13
<b>Tabla 6.</b> Principales mercados de exportación del yacón en Perú. ....	14
<b>Tabla 7.</b> Información Nutricional del Yacón. ....	15
<b>Tabla 8.</b> Valor nutritivo aproximado de cultivos andinos.....	16
<b>Tabla 9.</b> Composición de algunos alimentos andinos (100 g) .....	17
<b>Tabla 10.</b> Contenido calórico del yacón y otros alimentos.....	17
<b>Tabla 11.</b> Composición química especies andinas.....	18
<b>Tabla 12.</b> Requisitos químicos del yacón o jícama.....	30
<b>Tabla 13.</b> Tratamientos de las hojuelas de yacón deshidratadas .....	31
<b>Tabla 14.</b> Características y clasificación del yacón o jícama por lote. ....	36
<b>Tabla 15.</b> Características químicas del yacón o jícama.....	37
<b>Tabla 16.</b> Contenido de humedad por tratamiento .....	38
<b>Tabla 17.</b> Rendimiento pelado del yacón o jícama .....	41
<b>Tabla 18.</b> Rendimiento de la hojuela de yacón o jícama .....	41
<b>Tabla 19.</b> Características Químicas de la hojuela deshidratada.....	47
<b>Tabla 20.</b> Diámetro de hojuelas por tratamiento.....	47
<b>Tabla 21.</b> Análisis microbiológico de la hojuela norma peruana.....	48
<b>Tabla 22.</b> Requisitos proyecto A2 NTE INEN 2996 .....	48
<b>Tabla 23.</b> Requisitos microbiológicos para productos deshidratados.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Yacón o Jícama con cáscara. ....	4
<b>Figura 2.</b> Pulpa de yacón o jícama. ....	5
<b>Figura 3.</b> Planta entera de yacón .....	7
<b>Figura 4.</b> Yacón o Jícama corte transversal. ....	8
<b>Figura 5.</b> Distribución altitudinal de las raíces alimenticias nativas .....	10
<b>Figura 6.</b> Distribución Geográfica Perú .....	15
<b>Figura 7.</b> Yacón o jícama sin cáscara. ....	28
<b>Figura 8.</b> Diagrama de flujo hojuelas de yacón o jícama. ....	29
<b>Figura 9.</b> Deshidratador .....	33
<b>Figura 10.</b> Lote muestreo de jícama o yacón .....	36
<b>Figura 11.</b> Contenido de humedad en temperatura. ....	39
<b>Figura 12.</b> Contenido de humedad en grosor. ....	39
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de pérdida de masa por tratamiento .....	40
<b>Figura 14.</b> Curva de humedad en función de tiempo .....	42
<b>Figura 15.</b> Velocidad de secado en función de Humedad. ....	43
<b>Figura 16.</b> Curva de Velocidad en función del tiempo. ....	43
<b>Figura 17.</b> Análisis sensorial de las hojuelas de yacón .....	45
<b>Figura 18.</b> Hojuela que tuvo mayor agrado .....	45
<b>Figura 19.</b> Compraría el producto. ....	46
<b>Figura 20.</b> Hojuela de yacón o jícama deshidratada .....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo 1.</b> FORMATO PARA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD.....	65
<b>Anexo 2.</b> DISEÑO EXPERIMENTAL.....	66
<b>Anexo 3.</b> ANÁLISIS QUÍMICO DE YACÓN O JÍCAMA.....	67
<b>Anexo 4.</b> ANÁLISIS QUÍMICO DE HOJUELA DE YACÓN O JÍCAMA .....	68
<b>Anexo 5.</b> ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HOJUELA DE YACÓN.....	69

## RESUMEN

La elaboración de hojuela de yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*) se obtuvo mediante un proceso de deshidratación artificial, que consiste en la reducción del contenido de agua de un alimento mediante evaporación por acción de calor. El proceso de deshidratación para la obtención de hojuela consistió en aplicar seis tratamientos combinando tres temperaturas (57 °C, 63 °C y 68°C) y dos grosores (2 mm, 3 mm); se utilizó un deshidratador Excalibur 3900T por bandejas en paralelo. Durante la deshidratación se controló la pérdida de peso con una balanza analítica electrónica, cada 10 minutos por bandeja hasta llegar al 80 % de pérdida de masa respecto a la masa inicial y se determinó el contenido de humedad. Los tratamientos presentaron las siguientes humedades: con 14.71 % en el tratamiento A de temperatura 57 °C y grosor 2 mm, con 17.53 % en el tratamiento B de temperatura 57 °C y grosor 3 mm, con 14.68 % en el tratamiento C de temperatura 63°C y grosor 2 mm, con 24.59 % en el tratamiento D de temperatura 63 °C y grosor de 3 mm, con 13.13 % en el tratamiento E temperatura de 68 °C y grosor 2 mm, con 19.09 % en el tratamiento F temperatura de 68 °C y grosor 3 mm. El yacón o jícama químicamente analizada cumplió con los requisitos exigidos por la norma andina 0087, la hojuela presentó un color amarillo, sabor y olor característico. El tratamiento con temperatura de 68 °C y 2 mm de grosor tuvo mayor aceptabilidad global.



## ABSTRACT

The preparation of flake yacón or jícama (*Smallanthus sonchifolius*) was obtained through a process of artificial dehydration, which is the reduction of the water content of a food through evaporation by the action of heat. The dehydration process for obtaining flake was to apply six treatments combining three temperatures (57 °C, 63 °C and 68 °C) and two thicknesses (2 mm and 3 mm); Excalibur dehydrator 3900T was used for trays in parallel. During dehydration, weight loss was controlled with an electronic analytical balance, every 10 minutes per tray to reach 80 % of mass loss compared to the initial mass and the moisture content was determined. The treatments had the following humidities: with 14.71 % in treatment 'A' temperature 57 °C and 2 mm thick, with 17.53 % in treatment 'B' temperature 57 °C and 3 mm thick, with 14.68 % in treatment 'C' temperature 63 °C and 2 mm thick, with 24.59 % in treatment 'D' temperature 63 °C and 3 mm thick, with 13.13 % in the treatment 'E' temperature 68 °C and 2 mm thick, with 19.9 % in the treatment 'F' temperature 68 °C and 3 mm thickness. Yacón or jícama chemically analyzed met the requirements of the Andean Standard 0087, the flake present a yellow color, flavor and odor characteristic. The treatment with a temperature of 68 °C and 2 mm thick had a greater overall acceptability.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

La deshidratación consistió en eliminar la mayor cantidad de agua en la hojuela del yacón o jícama, al introducir calor se aceleró la velocidad de transferencia, reduciendo las alteraciones químicas y físicas producidas por microorganismos. La cinética de deshidratación dependió de variables como: temperatura, grosor y características del yacón o jícama (CODEX INEN CPE, 2014; Potter & Hotchkiss, 1995).

El proceso de deshidratación extiende la vida útil del producto, el yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*) posee un alto porcentaje de agua por lo cual tiende a pardearse rápidamente, buscando la metodología más adecuada se escogió la deshidratación (Manrique, Hermann, & Bernet, 2004)

La propuesta de elaboración de hojuela de yacón como snack o bocadito de origen vegetal permite revivir culturas ancestrales perdidas en la memoria de los Ecuatorianos, rescatando un producto que posee propiedades nutricionales (Manrique, Hermann, & Bernet, 2004).

Guamán Poma de Ayala cronista Peruano hace una descripción de 55 plantas cultivadas en los andes, y fue el que citó por primera vez al yacón en 1615 usando el término "llacum". Desde ese entonces recibe varios nombres en Perú como "llacón" y "llakwash"; en aymara "aricoma" o "aricama"; en quechua "llaqón", llacún" y "llacuma", en Bolivia "aricoma", "aricama" o "ipio", en Colombia y Venezuela "jiquima", "jiquimilla" o "jícama"; se presume que las denominaciones fueron introducidas des la llegada de los españoles. En Francia "poire de terre" e inglés como "Yacón Strawberry" (Mendieta, 2005; NA 0087, 2010; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

En Ecuador se le conoce como “jícama”, “chicama”, “shicama”, “jiquima” o “jiquimilla”, estas dos últimas derivan de la palabra xicama de origen mexicano aplicado al género *Pachyrhizus* (NA 0087, 2010).

Según historiadores los Chasquis consumían el yacón o jícama en forma cruda, como reconstituyente por su gran contenido de agua, azúcares y vitaminas; fue un cultivo casero en las culturas preincaicas y fue encontrado por los españoles en la época de conquista (NA 0087, 2010; Mikuy & Mikuy, 2010).

El Yacón o jícama contiene carbohidratos en forma de almidón FOS (fructo oligosacáridos) un tipo particular de azúcar, estos no pueden ser digeridos directamente por el organismo debido a que el ser humano no posee las enzimas necesarias para su metabolización; su característica principal es su reducido aporte de calorías y no eleva el nivel de glucosa. Los FOS pueden reducir el nivel de lípidos en sangre, incrementar la asimilación de calcio en huesos, reducir el riesgo de cáncer de colon, fortalecer el sistema inmunológico, además permiten un balance de la flora intestinal beneficios adjudicados al yacón (*Smallanthus sonchifolius*) o jícama mediante pruebas hechas en animales (Manrique, Hermann, & Bernet, 2004).

El mercado del yacón o jícama en países como: Perú y Colombia está en expansión con productos procesados ya sea en jarabe y hojas para infusión, de esta manera se genera valor agregado y se permite una rápida difusión.

En 1653, el sacerdote y cronista español Bernabé Cobo se refirió al yacón como una fruta de sabor agradable, presenta resistencia al sol posterior a su cosecha y cita: “Cómanse crudas por frutas y tienen muy buen sabor y mucho mejor si se pasan un poco al sol, suelen cortar en ruedas...”.

El deshidratado de alimentos es el método más antiguo de conservación para productos perecederos, la utilización del sol para reducir el contenido de agua

es el método menos costoso conocido, en el siglo XX se aplica la deshidratación a nivel industrial como método de conservación en productos alimenticios y en la agroindustria se utiliza como método de conservación de productos derivados de los cereales como: harinas con frutas, frutas secas entre otros, la deshidratación pretende, reducir el peso de raíces o tubérculos, facilitando su distribución, transporte y consumo (Casp & Abril, 2003).

El objetivo general del presente trabajo de titulación consiste en elaborar hojuelas de yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*), a través los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar física y químicamente el yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*).
- Estudiar el proceso de deshidratación.
- Realizar un análisis de aceptabilidad de los tratamientos estudiados.
- Caracterizar física y químicamente al producto que presente la mayor aceptabilidad.

## **2 MARCO TEÓRICO**

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 YACÓN O JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*)

El yacón o jícama fue conocido como: (*Polymnia sonchifolia*), hasta 1978 en que Robinson reestablece el nombre de (*Smallanthus sonchifolius*), se ha encontrado en la cultura Nazca (500 - 1200 dc.) representaciones fitomórficas (del griego phitón vegetal y morphos forma) en las que se observa al yacón representado en textiles y cerámicas. En la época de la Colonia Española fue alimento de los marineros, Vietmeyer N, lo llamo “manzana de la tierra” por su característico sabor dulce y textura crujiente (Academy, 1989; NA 0087, 2010).

El yacón es una planta originaria de la región andina, sus tallos son cilíndrico; es una especie de alta productividad ya que su rendimiento aproximado es de hasta 23 unidades por cada raíz (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003; NA 0087, 2010).

El yacón o jícama como se observa en la Figura 1, presenta cáscara rojiza delgada y muy adherida a la pulpa (Suquilanda, 2008; NA 0087, 2010).



**Figura 1.** Yacón o Jícama con cáscara.

La pulpa es de color blanco, amarillo o crema, como se observa en la Figura 2, tienen un estado sólido, su olor es característico, el sabor es dulce

esto dependiendo del tiempo de almacenamiento, a mayor tiempo pueden aumentar los azúcares (Suquilanda, 2008; NA 0087, 2010).



**Figura 2.** Pulpa de yacón o jícama.

Las raíces del yacón son fibrosas y delgadas siendo su principal tarea fijarse al suelo, absorber nutrientes y agua; además presentan características y las cuales son reservantes engrosadas, ovaladas de color blanco o anaranjado y su peso puede variar de 50 a 100 g (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

En Bolivia la raíz es consumida por diabéticos y personas que tienen problemas digestivos, no existe referencia si el consumo es reciente o es una tradición; la gente del campo en Cajamarca (Perú) considera que es un rejuvenecedor de la piel, ya que antiguamente se comía antes de dormir para retardar el envejecimiento (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

### **2.1.1 HISTORIA**

“Una alimentación con productos ancestrales rescata nuestra identidad cultural” (Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013).

En la historia no se conoce el origen exacto del yacón pero existen restos de este tubérculo en tumbas precolombinas del Perú por esto se considera ya conocido en la época prehispánica; con estos datos se deduce que yacón es



una palabra de origen Quecha y significa: aguanoso-insípido (Mendieta, 2005).

La destrucción de hábitats naturales tuvo como consecuencia la pérdida de variedades de plantas, la modernización de las prácticas agrícolas reduce importancia a especies autóctona no rentables, como es el caso del yacón o jícama pero en el país existen entidades de investigación para estudios de campo de las raíces y tubérculos andinos como el DENAREF (Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología) el cual investiga y custodia el germoplasma a nivel nacional (INIAP, 1995)

### 2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

En la Tabla 1, se observan las características morfológicas y botánicas del yacón o jícama.

**Tabla 1.** Descripción taxonómica del yacón jícama

Reino	Vegetal
División	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Smallanthus</i>
Especie	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
Nombre Común	Yacón

(NA 0087, 2010)

El hábitat natural es la zona de los andes en latitudes tropicales y climas templados o subtropicales (NA 0087, 2010).

A continuación, se describen botánicamente las partes de la jícama o yacón, entre las que se destacan: planta, hojas, flores, raíz, tallo y el tubérculo.

- **Planta.** - Es una planta herbácea perenne de 1.5 m a 3.0 m de alto, consta de un tallo principal ramificado desde la base como se observa en la Figura 3 (NA 0087, 2010).



**Figura 3.** Planta entera de yacón  
(Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003)

- **Hojas.** Son de forma variable triangulares, tiene altas concentraciones de fructo-oligosacaridos y después de la floración la planta solo produce hojas pequeñas (Tapia & Fries, 2007; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003). Su borde es por lo general dentado; la lámina tiene forma triangular con la base (punta de una flecha) y acorazonada. Se presenta con 13 a 16 pares de hojas antes de la floración cerca de la cosecha las hojas reducen su número y tamaño (Valderrama, 2005).
- **Flores.** La rama floral puede presentar entre 20 a 40 cabezuelas, cada cabezuela está formada por flores femeninas y masculina; las femeninas son las más vistosas y presenta color amarillo; mientras que las masculinas son más pequeñas de forma tubular, están muy juntas y existen en mayor número (Valderrama, 2005; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).
- **Raíz.** Tiene dos tipos de raíces eservantes y fibrosas: reservantes son tuberosas, engrosadas y aovada, su apariencia es semejante al camote, almacenan azúcares en forma de fructo-oligosacáridos (FOS) considerado un tipo especial de azúcar; las características de las raíces

fibrosas son: delgadas su función principal es la fijación al suelo y absorción de agua y nutrientes (NA 0087, 2010). El número de raíces por planta varía desde 3 hasta 35. Externamente pueden ser de color púrpura o amarillo, mientras que su interior es blanco cremoso, similar a la de una papa cruda o una pera. Es importante que después de cosechadas las raíces se coloquen bajo sombra y en un lugar fresco para que la tierra impida una pronta maduración y evite la disminución de FOS (Valderrama, 2005; Suquilanda, 2008).

- Tallo. Son cilíndricos, algo huecos, de color verde pigmentados de púrpura. La planta puede presentar ramas desde la base del tallo o sólo en la parte superior, en su parte subterránea tiene vástagos aéreos anuales que se secan una vez pasada la floración, de cada nudo del tallo brotan dos hojas triangulares (Tapia & Fries, 2007; Valderrama, 2005).
- Tubérculo. Su cáscara es de color marrón o púrpura, delgado y adherida a la pulpa que es de blanco, amarillo o crema y sus gamas de tonalidades anaranjado, como se observa en la Figura 4, pueden tener una mayor variabilidad de acuerdo a las condiciones ambientales donde son cultivadas (Suquilanda, 2008; Academy, 1989).



**Figura 4.** Yacón o Jícama corte transversal.

Las raíces de yacón o jícama según la norma andina de yacón se clasifican por las características de largo, diámetro y peso como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Clasificación del yacón o jícama.

<b>Clasificación</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>
Tipo 1	> 20	7 a 10	> 300
Tipo 2	12 a 20	5 a 6	120 a 300
Tipo 3	< 12	< 5	< 120

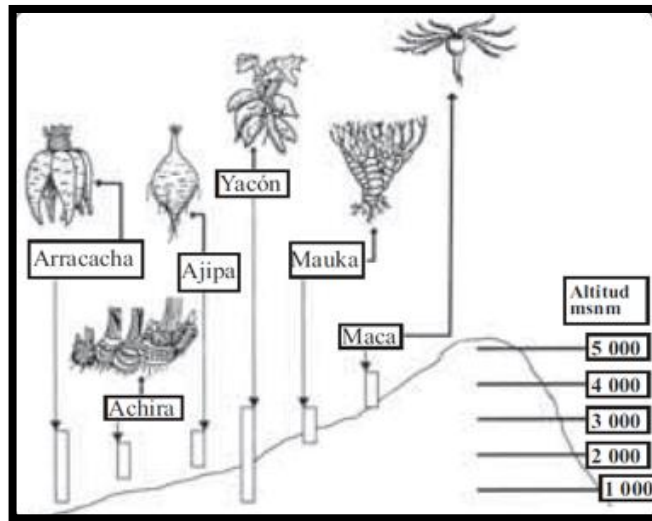
(NA 0087, 2010)

La calidad del yacón o jícama puede ser:

- Categoría Extra. De calidad y características tipo comercial, no deben existir defectos, salvo alteraciones superficiales leves (CODEX, 2012).
- Categoría I. De buena calidad, podrá existir defectos como: variaciones en forma, heridas cicatrizadas pero que no superen el 5 % en la superficie, raspaduras que no superen el 10 % y no se considera en ningún caso que los defectos alteren la pulpa (CODEX, 2012).
- Categoría II. Pueden existir daños leves, superficiales o defectos como: estado de conservación, heridas cicatrizadas que no superen el 10 % en la superficie, raspaduras que no superen el 20 % y no se considera en ningún caso que los defectos alteren la pulpa (CODEX, 2012).

### **2.1.3 CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS**

En Ecuador la especie (*Smallanthus sonchifolius*) se cultiva desde los 2100 hasta los 3000 msnm, crece en suelos ricos y bien drenados. Se asocia con otros cultivos indígenas típicos de este piso altitudinal como se observa en la Figura 5 (Suquilanda, 2008).



**Figura 5.** Distribución altitudinal de las raíces alimenticias nativas (Tapia & Fries, 2007)

- Suelo. Es una planta de huerto familiar la cual crece junto a arbustos o árboles al borde de chacras entre las hortalizas, en suelos ricos moderadamente profundos (francos, arenosos). Pueden tolerar un pH solo de ácidos a ligeramente alcalinos (6 - 7.5). En los Andes se le cultiva entre 900 y 2750 msnm, en Ecuador se registran cultivos hasta de 3500 metros, es recomendable la siembra a inicios de las precipitaciones entre los meses de septiembre-octubre, pero también se podría sembrar en los meses de julio-agosto (Suquilanda, 2008; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).
- Clasificación en Ecuador. - En Ecuador se han identificado cuatro morfotipos: primero morado con raíces comestibles amarillas, segundo verde oscuro con raíces blancas originarios de Loja, Bolívar, Cañar y Azuay, tercero amarillas encontradas en la provincia de Bolívar y un cuarto verde claro con raíces comestibles blancas correspondientes a las provincias de Azuay y Loja. La base genética de jícama en Ecuador es estrecha, por ser una especie de propagación asexual (semillas con embriones donde el origen es totalmente materno), no existe recombinación genética como fuente de variabilidad (Barrera , Tapia, & Monteros , 2004).

- Producción agrícola en el Ecuador. Según Marcelo Tacan investigador agropecuario el INIAP-EESC dispone de 32 entradas de jícama, en comunicación personal. Las raíces se cosechan a los 8 meses de edad de la planta, con esto se aprovecha el mayor contenido de fructo-oligosacaridos (FOS) para obtener el producto deseado (Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013).

Las zonas con mayor tradición en el cultivo se localizan en la Sierra Norte y Central del Ecuador, pero también se lo encuentra en algunos sectores de las provincias sureñas como: Loja (Vilcabamba, Malacatos y Amaluza), Cañar y Azuay. El cultivo es reducido y su destino principal es el autoconsumo (Suquilanda, 2008).

Como se muestra en la Tabla 3, mediante la recolección de raíces y tubérculos andinos en el periodo de 1993 a 1997 en áreas no cubiertas en proyectos anteriores, se documenta las colecciones en la que se define nuevas zonas de cultivo y de forma silvestre de los diferentes RTA'S.

**Tabla 3.** Diferentes especies de RTA'S de recolecciones 1993-1997

<b>Nombre común</b>	<b>Cultivadas</b>	<b>Silvestres</b>	<b>Total</b>
Meloco	95		95
Oca	69	13	82
Mashua	20	6	26
Zanahoria Blanca	18	21	39
Jícama	8	1	9
Achira	17		17
Miso	1		1
Papa	2		2
<b>TOTAL</b>	<b>230</b>	<b>41</b>	<b>271</b>

(Barrera , Tapia, & Monteros , 2004)

En el Ecuador se están realizando proyectos para que la gente del campo tenga una participación activa como por ejemplo en la provincia de Chimborazo con los chacareros (sabios locales), a los cuales se les da guías de como diversificar los cultivos, se realizan proyecciones que permiten mantener alrededor de 30 tipos de ocas, 20 tipos de jícamas y 200 variedades de papas nativas, obteniendo como resultado que la gente conozca productos ancestrales que han sido olvidados como la jícama, mashua entre otros (FAO, 2011).

Entidades Gubernamentales como el (MAGAP) ayudan a los agricultores facilitando espacios para que puedan dar a conocer sus productos y poder venderlos por medio de: “los mercaditos” en los cuales las asociaciones presentan lo que producen por ejemplo: la asociación: “Maquipurashpa Kausay” de Otavalo oferto jícama, mashua, quinua entre otros.

Existen programas gubernamentales llamados “canastas agroecológicas” entre (Comerciales & MAGAP), para entregar a los servidores públicos 22 productos entre verduras, hortalizas, frutas y lácteos de productores de los sectores de Cayambe y Santo Domingo de los Tsáchilas, con el propósito de rescatar ciertos productos que han dejado de ser consumidos como: jícama y papas andinas; con el objetivo de permitir que los productores recuperen su inversión a un precio justo.

Zonas de producción. Los últimos años exponen que Venezuela ya no produce jícama, mientras que en el caso de Colombia las zonas productoras son la meseta de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, en Ecuador el cultivo de yacón o jícama se destaca en las zonas de: Loja, Azuay, Cañar, Imbabura (San Pablo y Otavalo) y Bolívar, al norte de la Paz Bolivia se ha identificado zonas productoras en las provincias de Larecaja, Camacho y en Argentina existe un crecimiento de la producción al noreste de Jujuy y Salta (Tapia & Fries, 2007; León & Hernández, 1994).

En la actualidad su siembra se da en países fuera de los andes, debido a que en la década de los 60 el yacón o jícama salió desde Ecuador hacia Nueva Zelanda, en 1985 fue llevado a Japón es ahí donde se realizaron los primeros estudios científicos que determinan su composición química y el efecto en la salud (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

Como se muestra en la Tabla 4, los tiempos de cosecha recomendados son: junio, julio, agosto, septiembre, considerando de 6 a 10 meses después de la siembra.

**Tabla 4.** Disponibilidad estacionaria de yacón o jícama en el año.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEP	OCT	NOV	DIC
					*	*	*	*			

(PROMPERU, 2014)

Desde el año 1993, en países andinos como: Ecuador, Bolivia y Perú se realiza una conservación de germoplasma de Yacón, como se observa en la Tabla 5, con ayuda de instituciones como: INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), PROINPA (Programa de investigación de la papa), CICA (Centro de investigación en cultivos andinos), CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina), CIP (Centro Internacional de la papa) y UNP (Universidad Nacional de Cajamarca), con el número de entradas por institución preferentemente de las localidades de mayor tradición de cultivo (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

**Tabla 5.** Número de entradas de colecciones de yacón en Sudamérica.

País	Institución	Número de entradas
Ecuador	INIAP	32
Bolivia	PROINPA	5
Perú	INIA	85
	CICA	46
	CRIBA	86
	CIP	47



**Tabla 5.** Número de entradas de colección de yacón en Sudamérica (... continuación)

	UNC	98
<b>TOTAL</b>		<b>399</b>

(Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003)

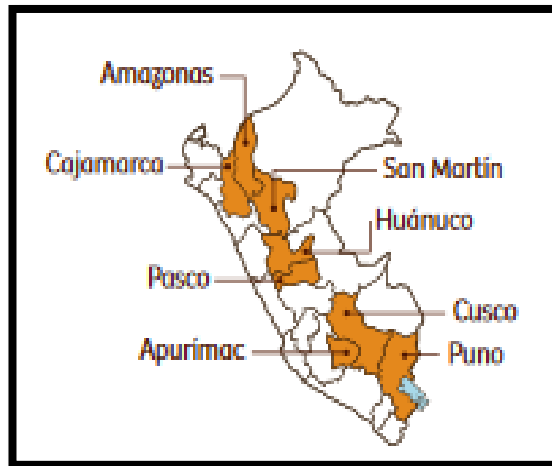
En la Tabla 6, se tienen los principales países de exportación de yacón en las siguientes presentaciones: deshidratado, cápsulas y jarabe además del valor de su exportación (SIICES, 2015).

**Tabla 6.** Principales mercados de exportación del yacón en Perú.

<b>PAISES</b>	<b>FOB-13</b>
Estados Unidos	1059.81
Brasil	125.00
Alemania	33.47
Reino Unido	28.68
Japón	19.66
España	16.01
Guatemala	7.00
Países Bajos	6.49
Canadá	5.90
Otros Países (10)	19.68

(SIICES, 2015)

Según MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riesgo) en Perú existen 33 mil agricultores en aproximadamente 12 regiones es la que se cultivan productos orgánicos, se exporta a más de 25 países; entre los principales cultivos se encuentran: café, cacao, quinua, maca, maíz morado, yacón. La distribución geográfica del cultivo en Perú se observa en la Figura 6, en donde se resaltan las zonas de mayor producción (PROMPERU, 2014).



**Figura 6.** Distribución Geográfica Perú (PROMPERU, 2014).

### 2.1.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La diferencia de este producto es la presencia de fructo-oligosacáridos los cuales no se descomponen en el tracto digestivo, por lo tanto ayudan a una mejora intestinal (Párraga, Hermann, & Manrique, 2005).

Como se muestra en la Tabla 7, se detallan los compuestos que tiene la raíz de yacón fresca y sin cáscara, los cuales son: agua, oligofructosa, azúcar simple, proteína, potasio, calcio y calorías con un rango en gramos, miligramos y kcal referenciales para la mayoría de raíces de yacón o jícama.

**Tabla 7.** Información Nutricional del Yacón.

Tomado de 100 gr de raíz fresca sin cáscara	
Compuesto	Contenido
Agua	85 - 90 g
Oligofructosa	6 - 12 g
Azúcar simple	*1.5 - 4 g
Proteína	0.1 – 0.5 g
Potasio	185 - 295 mg
Calcio	6 - 13 mg
Calorías	14 - 22 kcal

(Mendieta, 2005).

Como se observa en la Tabla 8, se dividen en cuatro grupos: granos, leguminosas, raíces y frutales. Se resalta el yacón o jícama con un valor energético de 100 kcal y la presencia de fructo-oligosacaridos entre los valores más relevantes (Tapia & Fries, 2007).

**Tabla 8.** Valor nutritivo aproximado de cultivos andinos

ALIMENTO	ENERGÍA	PROTEÍNA	MINERALES	OTROS
		CANTIDAD		
<b>GRANOS</b>				
Maíz grano seco	300 Kcal	10 g %		Fibra dietética
Quinoa	300 Kcal	10 g %		Fibra dietética
Qañiwa (amaranto)	300 Kcal	10 g %		Fibra dietética
Kiwicha	300 Kcal	10 g %		Fibra dietética
<b>LEGUMINOSA</b>				
Tarwi, chocho seco	300 Kcal	10 g %		Grasa
<b>TUBERCULO</b>				
Papa	100 Kcal	5 g %		Micronutrientes
Oca	100 Kcal	5 g %		Micronutrientes
Olluco (melloco)	100 Kcal	5 g %		Micronutrientes
Mashwa	100 Kcal	5 g %		Micronutrientes
<b>RAICES</b>				
Arracacha (zanahoria blanca)	300 Kcal	5 g %		Micronutrientes
Yacón	100 Kcal	-		Fructooligosacaridos
Achira	300 Kcal	5 g %		
Maca fresca	100 Kcal	5 g %	Hierro	Micronutrientes
<b>FRUTALES</b>				
Aguaymanto (Uvilla)	100 Kcal		Hierro	Micronutriente
Tomate de árbol	100 Kcal		Hierro	Micronutriente
Tumbo (Taxo)	100 Kcal		Fósforo	Micronutriente
Papaya de altura	100 Kcal		Calcio	Micronutriente

(Tapia & Fries, 2007)

En la Tabla 9, se detallan las raíces andinas más representativas en la que el yacón tiene valores de: 54 kcal de energía 86.6 g de agua, 0.3 g de proteína, 0.3 g de grasa, 0.5 g de fibra, 23 ml de calcio y 0.3 ml de hierro; el yacón o jícama contiene mayor cantidad de agua y menor cantidad de fibra y proteína en relación a otras raíces andinas (Tapia & Fries, 2007).

**Tabla 9.** Composición de algunos alimentos andinos (100 g)

Alimento	Energía	Agua	Proteína	Grasa	Fibra	Calcio	Hierro
	kcal	gramo	gramo	gramo	gramo	miligramo	miligramo
Arracacha (zanahoria blanca)	42466	75.1	0.7	0.3	1.1	27	1.1
Yacón	54	86.6	0.3	0.3	0.5	23	0.3
Achira morada	102	73.2	0.1	0.1		13	0.7
Maca, raíz	327	15.3	1.6	1.6		247	14.7
Maca, pasta integral	339	11.1	1.0	1.0		245	25

(Tapia & Fries, 2007).

En la Tabla 10, el yacón o jícama tiene el menor contenido calórico siendo este de 15 - 20 kcal / 100 g entre piña, manzana, pan y chocolate como los más representativos.

**Tabla 10.** Contenido calórico del yacón y otros alimentos.

Alimento	Contenido calórico Kcal / 100 g alimento
Yacón	15 - 20*
Piña	40
Naranja	50
Manzana	60
Plátano	80
Papa	120
Carne pollo	120
Arroz Cocido	135
Carne de res	160
Pan	250
Helado	400
Chocolate	500

(Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003)

## 2.1.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES

El yacón presenta un contenido de agua de 89.21 %, vitamina C alcanza un valor promedio de 25.19 mg /100 g, cenizas de 4 a 7 %; minerales con 3.73 % entre los más altos: potasio, calcio, magnesio hierro y fósforo, como azúcares totales con un 22 %, mientras el aporte calórico es de 5.32 kcal /

100 ml, la presencia de carbohidrato en forma de almidón con un 0.84 %; es un caso muy peculiar dentro de las raíces o tubérculos andinos en forma de oligo-fructosa (oligo -poco, sacárido-azúcar), y el resto conforman la sacarosa, fructosa y glucosa, las proteínas alcanza valores de 0.3 a 3.7 %; además contiene fenoles que pueden reducir el contenido de azúcar en la sangre (Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013; Villacres R & Ruiz F, 2002; Mendieta, 2005; Villacrés, Rubio, Cuadrado, Marcial, & Iñiguez, 2007; Tapia & Fries, 2007; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

Al yacón o jícama se lo debe conservar en lugares secos, a temperaturas bajas aproximadamente entre 12 y 16 °C porque son altamente susceptibles a daños (Suquilanda, 2008).

En la Tabla 11, se observa que el yacón o jícama en comparación con la zanahoria blanca, miso y achira tiene los valores más altos en humedad con 89.43 %, el azúcar total con 38.65 % y azúcar reductor con 11.88 % y los valores más bajos fueron el extracto etéreo con 1.11 %, calcio con 0.08 %, hierro con 36 ppm y el almidón con 0.56 %.

**Tabla 11.** Composición química especies andinas.

PARÁMETRO	ESPECIE			
	Zanahoria Blanca	Miso	Jícama	Achira
Humedad (%)	74.10	61.94	89.43	81.69
Ceniza (%)	4.12	4.49	4.60	7.53
Proteína (%)	5.15	7.41	5.64	4.29
Fibra (%)	3.05	4.83	3.33	5.33
Extracto Etéreo (%)	1.44	1.76	1.11	2.04
Carbohidratos (%)	86.30	80.46	85.30	80.80
Ca (%)	0.12	0.61	0.08	0.095
P (%)	0.17	0.09	0.15	0.41
Mg (%)	0.038	0.09	0.04	0.42
Na (%)	0.013	0.03	0.023	0.08
K (%)	1.69	1.27	1.94	2.68
Cu (ppm)	4.00	6.00	11.00	14.00
Fe (ppm)	37.00	50.00	36.00	51.00

**Tabla 11.** Composición química especies andinas (... continuación)

Mn (ppm)	9.00	7.00	9.00	14.00
Zn (ppm)	34.00	62.00	34.00	30.00
Almidón (%)	72.18	67.71	0.56	60.47
Azúcar Total (%)	3.72	2.68	38.65	3.95
Azúcares Reductores (%)	1.28	0.55	11.88	2.68
Energía (kcal/100g)	437.0	427.0	434.0	404.0

(Barrera , Tapia, & Monteros , 2004)

Los FOS son considerados como prebióticos o fibra dietética porque nutren selectivamente, los fructános (polímeros fructosa) representa un 46 %, producen de 25 a 35 % de calorías y grasas aproximadamente (Villacrés, Rubio, Cuadrado, Marcial, & Iñiguez, 2007; Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003)

Los FOS son solubles en agua tienen un sabor dulce, pero es ligero aproximadamente de 30 al 50 % en comparación con el azúcar de mesa (sacarosa), podría ser un sustituto del azúcar común; en el colon son completamente fermentados por los probióticos (bacterias benéficas) que forman parte de la microflora intestinal (Párraga, Hermann, & Manrique, 2005).

Para el almacenamiento de la raíz de yacón o jícama se debe tomar en consideración factores como: temperatura, humedad y radiación solar; la temperatura en refrigeración debe estar entre los 2 a 4 °C, evitando su almacenamiento en lugares húmedos y no exponerlo directamente al sol (NA 0087, 2010).

### **2.1.6 BENEFICIOS**

Su consumo es recomendable para personas que tengan diabetes por su bajo contenido de azúcar, ayuda a la eliminación de parásitos intestinales al actuar como prebiótico natural y al cuidado de la flora intestinal (Mendieta, 2005).

El yacón o jícama acelera notablemente el tránsito intestinal por su bajo contenido calórico, podría ser un tratamiento útil en caso de estreñimiento porque estimula a las bifidobacterias (putrefacción de residuos) permitiendo una reducción de cáncer de colon o para pacientes obesos, el estudio realizado fue en base a jarabe de yacón el cual contiene hasta 50 % de FOS con características similares a la miel pero su ventaja es el aporte reducido en calorías (Geyer, Manrique, Degen, & Beglinger, 2008; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003; Academy, 1989).

En una investigación previa publicada por “Clinical Nutrition” se ha comprobado que la raíz de yacón o jícama disminuye los niveles de lípidos en sangre y reduce el peso corporal en animales diabéticos y pacientes obesos (Díaz & Karem, 2014).

Las raíces y las hojas tienen polifenoles y antioxidantes que son compuestos que han sido asociados con la prevención del cáncer y la arteriosclerosis, es importante indicar que los azúcares beneficiosos (FOS) se pierden por: exposición al sol ya que se convierten en azúcares simples por temperatura superiores a 120°C en procesamiento (Manrique, Hermann, & Bernet, 2004).

La demanda de productos procesados va en aumento debido a las exigencias de la población por consumir un producto rápido a media mañana o tarde que mantenga un beneficio nutricional (Mora & Tobar, 2013).

## **2.2 DESHIDRATACIÓN**

La deshidratación es un proceso en el cual se transmite calor artificial al yacón o jícama con el objeto de eliminar la mayor cantidad de agua permitiendo aumentar la vida útil de la hojuela y garantizando su conservación (Colina, 2010).

Los deshidratados artificiales se dieron a conocer a partir de 1900, con ello se pretendió conservar los nutrientes y reducir el deterioro de la calidad sensorial propiedades originales (Colina, 2010).

La calidad del producto final, se determina por las variables de: temperatura, grosor y tiempo que en el caso de no realizar un control producen un endurecimiento en la parte externa provocando un proceso no uniforme. (Salazar , 2003).

Tener una mayor área superficial implica mayor contacto con el calor y salida de la humedad es decir es menor la distancia que el calor recorre hacia el centro del alimento manteniendo como medio calórico el aire a una temperatura constante. Una rebanada gruesa de alimento pierde humedad en la superficie y desarrolla una costra llamada también “case hardening”, mientras que la humedad sigue en el centro del producto creando un gradiente de humedad desde el centro del alimento a la superficie (Potter & Hotchkiss, 1995).

Entre los métodos de deshidratación más utilizados para alimentos se tiene:

- Por aire (convección). El calor suministrado es aire caliente, el cual está en contacto con el producto provocando un incremento en la temperatura superficial y la humedad del producto que empieza a ser evaporada, es un proceso adiabático porque no existe intercambio de calor con el exterior (Colina, 2010).
- Por conducción. El producto tiene contacto con una superficie caliente, la temperatura va subiendo durante el secado, el agua es removida por el aire que circula en el proceso (Colina, 2010).
- Por radiación. El calentamiento del producto utiliza energía radiante pudiendo ser: infrarroja, dieléctrica o microondas (Colina, 2010).



- Por congelación o liofilización. El producto se congela y es sometido a un vacío en donde el agua se sublima de líquido a gas (Colina, 2010).

Los factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación en un alimento, pueden ser: Temperatura de aire de entrada que depende de las características del alimento, esto determina la velocidad de deshidratación y permite que las moléculas de agua salgan con rapidez por lo que la temperatura del aire de salida es menor pero tiene mayor humedad (Colina, 2010).

Las características del producto a deshidratar influyen en el resultado final estas pueden ser: composición química, forma en que interactúan con el agua, estructura celular, forma y tamaño del producto; la distancia que recorren las moléculas de agua desde el interior del producto hacia la superficie para mantener una deshidratación uniforme (Colina, 2010).

s

Para la deshidratación se deben considerar las siguientes condiciones:

- ✓ Temperatura.
- ✓ Grosor de la hojuela.
- ✓ Peso inicial.
- ✓ Peso cada 10 minutos.
- ✓ Porcentaje de peso perdido.
- ✓ Humedad.

Los cambios de los alimentos durante la deshidratación pueden ser: físicos y químicos y estos afectan la calidad del producto.

### **2.2.1 CAMBIOS FÍSICOS**

- ✓ Encogimiento del producto, afecta la transferencia de calor y la reconstitución del mismo.

- ✓ Densidad aparente del producto deshidratado.
- ✓ Endurecimiento de la superficie por exceso de temperatura o tiempo, esto producirá humedad en el interior y será difícil la remoción de agua (Casp & Abril, 2003).

### **2.2.2 CAMBIOS QUÍMICOS**

- ✓ Reacciones enzimáticas, las cuales se presentan en las etapas iniciales de la deshidratación debido a que el producto no tiene una actividad de agua suficientemente baja.
- ✓ Oscurecimiento no enzimático es el daño presentado por calor que generalmente es irreversible, generar un cambio en el sabor e inclusive cambio de nutrientes.
- ✓ Reacción de Maillard al utilizar temperaturas elevadas, los grupos reactivos (fructosa, glucosa, grupo FOS) más agua provocan reacciones de pardeamiento de forma lenta generando un incremento en la humedad, llegando a ser considerada una etapa crítica.
- ✓ Oxidación de lípidos presenta mal olor y cambio en el sabor.
- ✓ Pérdida de aroma y sabor.

Las ventajas de los productos deshidratados son: aumentar vida útil (12-24 meses), lograr mejorar la conservación, eliminar casi completamente el agua bajo condiciones que no causen cambios en las propiedades del alimento, reducir su peso y facilitan el consumo (Potter & Hotchkiss, 1995; Colina, 2010).

Como desventajas en el caso de necesitar rehidratación es no lograr una reconstitución total o generar cambios que modifique textura olor y color (Colina, 2010).

La transformación que sufre un alimento deshidratado cuando el agua es eliminada por capilaridad donde, conforme se evapora el agua de las superficies húmedas las estructuras capilares o conductos disminuyen; puede existir un encogimiento conforme avanza el proceso, existe compactación lo cual reduce los espacios libres por donde puede circular el agua esto estimulará el desplazamiento de agua hacia los lugares donde es menor la concentración, generalmente a la superficie (Colina, 2010).

En la deshidratación de yacón o jícama en hojuela se utilizó el método de deshidratación por aire también llamado por convección, porque se mantiene una corriente de aire caliente, se conserva constante la temperatura y la velocidad, con esto se obtendrá una hojuela con características deseadas. La dirección del flujo de aire es en paralelo por lo que el deshidratador tiene bandejas con mallas lo que permitió el paso de aire sobre cada hojuela obteniendo una mayor área de superficie expuesta por medio del volumen de aire interior a velocidad alta (Colina, 2010).

### **2.3 EMPAQUE Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

El 60 % de la producción de materiales de envasado se destinan a los alimentos, razón por la cual un producto procesado además de mantener sus nutrientes, necesita protección de: microorganismos, macroorganismos, malas prácticas de manipulación, factores físicos, químicos y ofrecer un grado de impermeabilidad y funcionalidad al consumidor, esto facilita la distribución, transporte y mejora la conservación; por ello se concluye que el envase es vital porque es la principal barrera entre el medioambiente y el producto (Povea, 2015).

El empaque del producto deshidratado debe impedir la contaminación por insectos, microorganismos o polvo, es importante evitar daños por factores ambientales como: luz u oxígeno ya que estos provocan rancidez oxidativa (grasas) y se debe evitar que el producto absorba humedad, además los deshidratados pueden perder con rapidez vitaminas, aminoácidos y proteínas ya que son sensibles (Colina, 2010).

Para seleccionar el empaque se prioriza que este sea opaco o coloreado con el objetivo de garantizar su mejor conservación, previniendo la acción de la luz en el alimento para avalar sabor, seguridad y servicio en el mismo (FOS) (Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013).

El envase de la hojuela de yacón o jícama debe proteger de daños externos, ser nuevos, estar limpios con el objeto de mantener propiedades originales. Para la rotulación de etiquetas o sello como indicaciones comerciales se debió usar tinta o pegamento no tóxico (CODEX, 2012).

Los envases deben satisfacer las características de: calidad, higiene y resistencia para asegurar la manipulación; para el transporte y la conservación el envase deberá estar exento de cualquier materia u olor extraño (Potter & Hotchkiss, 1995).

El empaque generalmente utilizado en la industria de los snacks es el celofán también llamado celulosa transparente, es delgado, fino, firme, este es el más recomendado para el yacón por su perfil ecológico ya que es biodegradable (Povea, 2015).

Factores en los envases que afectan el producto deshidratado durante su almacenamiento.

- Presencia de oxígeno. Provoca reacciones de oxidación y cambio en el producto, algunas vitaminas y proteínas son sensibles al oxígeno (Povea, 2015).
- Humedad. Los productos deshidratados absorben humedad fácilmente esto hace que se pierda la calidad y permite la presencia de microorganismos (Povea, 2015).
- Transmisión de luz. En exceso puede provocar la destrucción de vitaminas, degradación de color y ayuda con reacciones de oxidación (Povea, 2015).
- Interacción del envase con el producto; para que no sea toxico, además este puede coadyuvar con el deterioro y presencia de olor desagradable (Colina, 2010).

Requisitos para rotulado del producto envasado información aplicable:

- Nombre del alimento. La naturaleza en forma específica, junto al nombre, en forma legible, condición física, la forma de presentación, el tipo de tratamiento al que ha sido sometido por ejemplo: deshidratación (INEN, 2014).
- Lista de ingredientes. Presentar la lista de ingredientes excepto cuando se trate de alimentos de un único ingrediente, se enlista los aditivos alimentarios, no es necesario enunciar el agua u otros ingredientes volátiles que se evaporan durante la elaboración (INEN, 2014).

En caso de los alimentos deshidratados que pueden ser reconstituidos, se enumeran los ingredientes, siempre que se incluya una indicación como la siguiente: "ingredientes del producto cuando se prepara según las instrucciones del rótulo" (INEN, 2014).

### **3 METODOLOGIA**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA**

El yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolius*) utilizado para estudio fue comprado en el mercado de San Roque, según la persona que expendió el producto provino de la Provincia de Imbabura y de Perú. Es una raíz desconocida y se podría asumir su escasas a la poca salida en el mercado pero no por eso deja de ser considerado como producto ancestral (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

Se identificó cada lote para su posterior análisis físico: forma, categoría, y madurez, se clasificó de acuerdo al tipo (1, 2 y 3), de acuerdo al diámetro, peso y largo, defectos, color de la cáscara, olor; se preparó un producto para muestreo (INEN, 1994).

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

El proceso se inició con la recepción y clasificación de la materia prima, tomando en cuenta las siguientes variables: forma, diámetro, longitud, peso, signos de deterioro (dañado, golpeado o con colores que den un mal aspecto), se clasificaron en sus tres categorías (1, 2 - 3), posteriormente el producto seleccionado fue sometido a lavados con agua purificada para retirar impureza, enseguida se lo secó con papel absorbente para evitar el exceso de agua (UNALM, 2000; NA 0087, 2010; Párraga, Hermann, & Manrique, 2005).

Para retirar la cáscara se utilizó un pelador doméstico por lo que se presentó una merma del 20 % aproximadamente esto pudo deberse a que la cáscara del yacón o jícama es muy delgada y adherida a la pulpa, debajo de la cáscara

se observó una capa blanca que necesita ser retirada como se aprecia en la Figura 7.



**Figura 7.** Yacón o jícama sin cáscara.

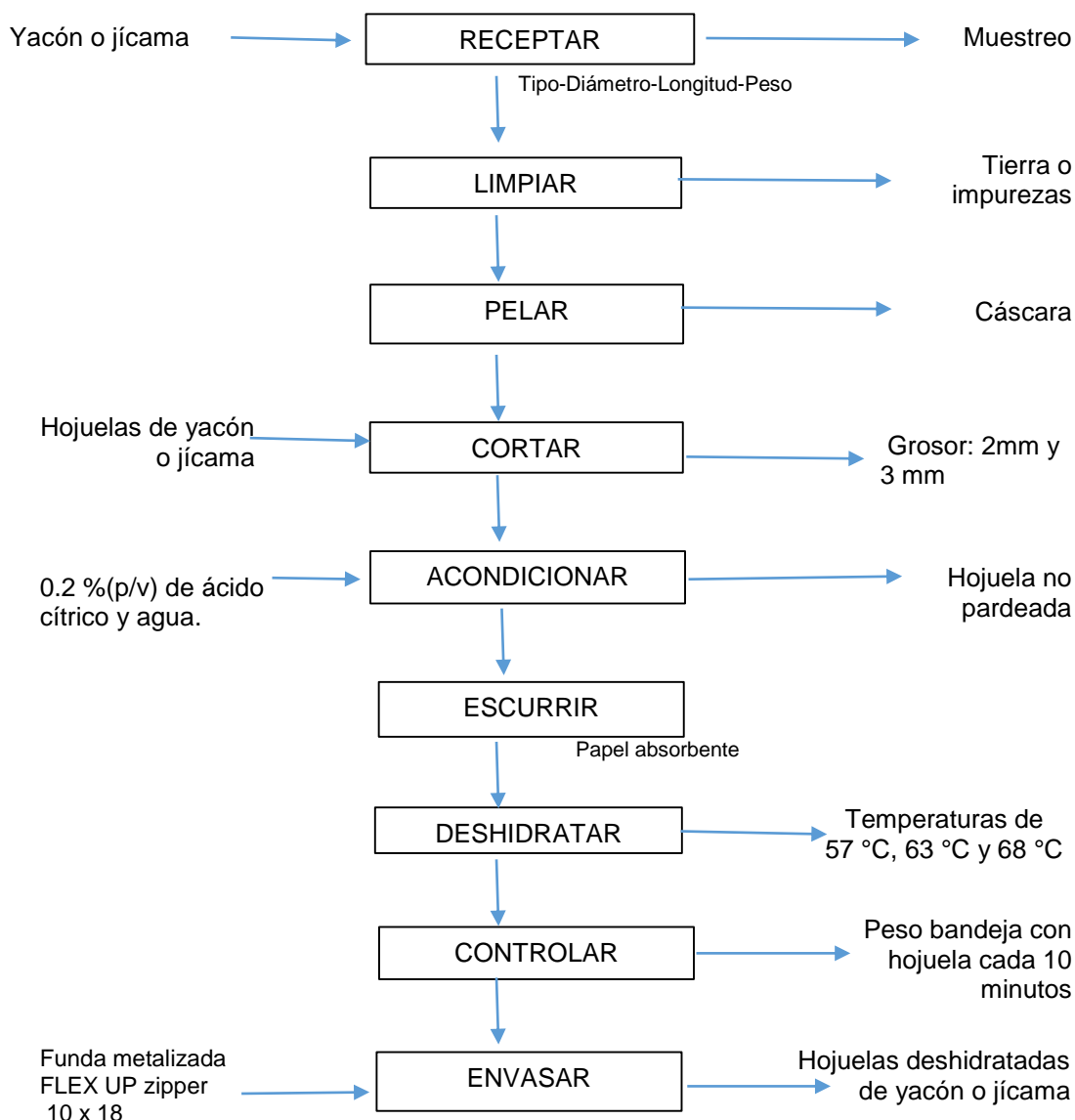
Se cortó hojuelas de 2 mm y 3 mm con un rebanador manual para mantener la uniformidad del producto final, las rodajas fueron sumergidas en una solución de ácido cítrico y agua al 0.2 % (p/v) por un minuto para retardar el pardeamiento y así inactivar las enzimas (PPO) o polifeniloxidas, se escurrió y seco las hojuelas para disponerlas en las bandejas e iniciar el proceso de deshidratación (Umaña, 2003; Quelal, Alvarez, & Villacrés, 2013; Párraga, Hermann, & Manrique, 2005; Moreno & Cárcel, 2015).

Se controló la temperatura del deshidratador por medio de un termómetro para verificar que el proceso haya iniciado con las temperaturas planteada: 57 °C, 63 °C y 68 °C, se hizo un control del tiempo de deshidratación cada 10 minutos obteniendo el porcentaje de pérdida de masa (Geankoplis, 1998).

Se realizó la gráfica de humedad en función del tiempo ( $\text{kg W/ kg ms}$ ) y la de velocidad (R) en función de la humedad ( $\text{kg W / s m}^2$ ) (Geankoplis, 1998).

Se elaboró un diagrama de flujo para la obtención de hojuelas de yacón o jícama deshidratadas como se observa en la Figura 8 (Párraga, Hermann, & Manrique, 2005).





**Figura 8.** Diagrama de flujo hojuelas de yacón o jícama

### 3.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL YACÓN

Los requisitos generales establecidos por la norma andina para yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fueron: estar enteros, sin rajadura o particiones, sano, sin plagas ni enfermedades, las raíces del yacón o jícama presentaron las siguientes características sensoriales color de la pulpa: amarillo o crema, su olor característico, sabor ligeramente dulce, y consistencia firme (NA 0087, 2010).

Para determinar el diámetro y largo se utilizó un pie de rey con precisión de 0.02 mm, para el peso de cada yacón o jícama se empleó una balanza electrónica KD-SC/SE con precisión de 0.1 g, se analizó la diferencia significativa de acuerdo al intervalo LSD alfa 0.05 y diferencia significativa entre los lotes.

Los requisitos físico químicos específicos que establece la norma andina de yacón se observan en la Tabla 12 (NA 0087, 2010).

**Tabla 12.** Requisitos químicos del yacón o jícama.

Requisitos	porcentaje (base húmeda)		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Humedad	84.8	92.7	AOAC 977.10
Proteína	0.3	0.56	ISO 5983-1
Grasa	0.02	0.3	AOAC 963.15
Cenizas	0.26	0.53	AOAC 940.26
Carbohidratos Totales	9.23		
Fibra Cruda	0.28	0.6	AOAC 930.20
Fructooligosacáridos (FOS)	6.2		AOAC 999.03 AACC 32-32
Glucosa libre	0.23	0.59	AOAC 925.37
Fructosa libre	0.39	2.11	AOAC 960.06
Sacarosa libre	1.00	1.9	AOAC 925.35

(NA 0087, 2010)

Los análisis químicos para el yacón fueron realizados por el Laboratorio de Alimentos del Departamento de Ofertas de Servicio y Productos (OSP) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

### 3.4 RENDIMIENTO DEL YACÓN O JÍCAMA

Para el cálculo del rendimiento en los tratamientos del proceso de deshidratación se aplicó la Ecuación 1, por 100 para obtener el porcentaje.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{P_f}{P_i} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

**Pf:** Peso final.

**Pi:** Peso Inicial.

### 3.5 TRATAMIENTOS

De acuerdo a estudios preliminares, se determinó los tratamientos con combinaciones de tres temperaturas (57 °C, 63 °C y 68 °C) y dos grosores (2 mm y 3mm), tomando como variable de respuesta la humedad, como se observa en la Tabla 13 (Casp & Abril, 2003).

**Tabla 13.** Tratamientos de las hojuelas de yacón deshidratadas

Tratamientos	Temperatura (°C)	Grosor (mm)
A	57	2
B	57	3
C	63	2
D	63	3
E	68	2
F	68	3

### 3.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

Se determinó el contenido de humedad a través del método AOAC 925.10 (Martinez & Osorio) mediante aire caliente con estufa, se pesó aproximadamente 5 g de muestra troceada, en una balanza analítica marca OHAUS con precisión 0,001 g por triplicado, se colocó las muestras en una estufa marca Memmert a 110 °C durante 24 horas con el fin de evaporar el agua de la hojuela y obtener el peso de materia seca, este procedimiento se realizó en el laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito (Cardenas, 2009).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} \times 100 \quad \left( 2 \right)$$

Los resultados se expresaron en porcentaje como se observa en la Ecuación 2 (Andrade, 2010).

Donde:

P1 =Peso Cápsula.

P2= Peso cápsula + muestra.

P3= Peso cápsula + muestra seca.

### **3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Permitió estudiar el contenido de humedad de los tratamientos en las hojuelas de yacón o jícama en el proceso de deshidratación, el diseño fue completamente al azar donde se planteó 6 tratamientos así: A (57 °C – 2 mm), B (57 °C – 3 mm), C (63 °C – 2 mm), D (63 °C – 3 mm) y E (68 °C – 2 mm), F tratamiento (68 °C – 3 mm). Se analizó la relación entre los factores de: temperatura y grosor en la variable humedad, para esto se escogió un diseño factorial 3 x 2 para tres temperaturas (57 °C, 63 °C y 68 °C) y 2 grosores (2 mm y 3 mm) donde k = 2 factores y fue conformado por 6 combinaciones y 3 réplicas lo cual permitió determinar el efecto de los factores sobre la hojuela de yacón o jícama, se tuvo 18 pruebas. Se analizó con ANOVA y las medias se compararon con la prueba de diferencia mínima significativa LSD con una significancia de 0.05. Se usó el software estadístico Infostat versión 2008 (Gutiérrez & De la Vara, 2008).

### **3.8 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN**

El secado se lo realizó con tres temperaturas: 57 °C, 63 °C y 68 °C a su vez se combinó con grosores de: 2 mm y 3 mm respectivamente en todos los casos se buscó reducir el porcentaje de pérdida de masa con relación a la masa inicial de la hojuela esto se lo realiza por triplicado (Casp & Abril, 2003).

El equipo utilizado para el proceso de secado fue un deshidratador de bandejas también conocido como de anaquel; el modelo utilizado es Excalibur 3900TM como se observa en la Figura 9, sus dimensiones fueron: altura 31.8 cm, ancho 43.2 cm y profundidad 48.3 cm, con motor de 600 Watts y la superficie de secado por bandejas en paralelo de policarbonato de 38 x 38 cm con ventilador se expone a una corriente de aire caliente en contacto con la superficie de la hojuela (Colina, 2010; Singh & Heldman, 1993).



**Figura 9.** Deshidratador

Se determinó experimentalmente el comportamiento de las hojuelas de yacón o jícama en la deshidratación por lo que se controló la reducción de masa de la hojuela por bandejas en la balanza analítica electrónica cada 10 minutos hasta que el porcentaje de pérdida de masa aproximado sea constante esto dependió de cada tratamiento, se estableció el contenido humedad ( $\text{kg H}_2\text{O} / \text{kg masa seca}$ ) o ( $\text{kg W} / \text{kg m.s}$ ) en cada tratamiento y se relacionó con el tiempo (Cardenas, 2009).

### **3.9 CINÉTICA DE SECADO.**

Se elaboró gráficas de cinética de humedad en función del tiempo, se determinó los periodos de secado de la hojuela como: período de precalentamiento (A-B), período de velocidad constante (B-C) período de velocidad decreciente (D-E).

La eliminación de agua se realizó en etapas determinadas por la velocidad de secado, como etapa inicial (A-B) el producto y el agua contenida se calentó ligeramente y se produjo una reducción de agua considerable a velocidad de secado constante etapa (B-C), la temperatura fue constante porque se terminó esta etapa cuando se alcanzó la humedad crítica pudiendo ser identificada cuando existió un cambio brusco de la pendiente, etapa (C-D) se produjo una velocidad de secado decreciente (Singh & Heldman, 1993).

La velocidad, humedad, temperatura y dirección del aire son las mismas por esto se determinó como un secado constante. Para la obtención de la curva velocidad de secado se midió las pendientes de las tangentes de la curva de humedad (W) en función de tiempo (t) esto proporcionó valores  $dW / dt$ , se calculó la velocidad (R) en cada tiempo mediante la Ecuación 3 (Geankoplis, 1998).

$$R = \frac{Ls}{A} - \frac{dX}{dt} \quad \left[ 3 \right]$$

Donde:

R - Velocidad de secado ( $\text{kg H}_2\text{O} / \text{s m}^2$ ).

Ls - kg de solido seco.

A - Área superficial expuesta al secado en  $\text{m}^2$ .

El secado de sólidos generalmente en condiciones constantes de secado produce curvas de forma variable pero están presentes los periodos de velocidad decreciente y el periodo de velocidad constante, en el caso de la hojuela es un producto poroso la mayor parte del agua que se evaporó durante el periodo de velocidad constante provino de su interior (Geankoplis, 1998).

### **3.10 ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD**

Se aplicó un análisis de aceptabilidad de los tratamientos en la que se utilizó una escala hedónica de 9 puntos donde: el valor de 1 “Extremadamente Desagradable” y 9 “Extremadamente Agradable”, las encuestas se realizaron a jóvenes 15 a 16 años estudiantes de la Unidad Educativa Fisco-Misional “Maria de Nazaret” en donde se codificó las muestras por medio de números aleatorios, utilizando el formato de análisis de aceptabilidad que encuentra en el Anexo 1 (Sancho, Bota , & De Castro, 2002).

### **3.11 CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA DE LA HOJUELA**

Se caracterizó física y químicamente al producto que presentó mayor agrado de acuerdo al análisis de aceptabilidad, esto fue realizado por el Laboratorio de Alimentos del Departamento de Ofertas de Servicios y Productos (OSP) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

### **3.12 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HOJUELA.**

Se realizó un análisis microbiológico al producto que presentó mayor agrado de acuerdo al análisis de aceptabilidad, esto fue realizado por el Laboratorio de Alimentos del Departamento de Ofertas de Servicios y Productos (OSP) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA QUÍMICA DE MATERIA PRIMA

La caracterización física del yacón o jícama presentó: forma fusiforme, no existió presencia de plaguicidas o sustancias tóxicas que ocasionen daños, consistencia firme, categoría I de buena calidad, heridas y raspaduras que no superaron el 5 % en la superficie del producto, no hubo alteración de la pulpa, los defectos leves fueron por el transporte y cosecha, madurez uniforme, el color de la cáscara fue morado y su olor es característico, como se observa en la Figura 10 (INEN, 1994; CODEX, 2012; NA 0087, 2010)



Figura 10. Lote muestreo de jícama o yacón

Según NA 0087 las especificaciones son: diámetro entre 5 a 6 cm, el yacón analizado tuvo  $7.1 \pm 1.71$  cm, peso determinado entre 120 a 300 g se obtuvo un peso promedio de  $300.2 \pm 117.71$  g y largo mayor a 20 cm con largo en promedio de  $12.76 \pm 3.44$  cm; de acuerdo a estas especificaciones se clasificó en tipo 2.

Tabla 14. Características y clasificación del yacón o jícama por lote.

Diámetro (cm) <sup>1</sup>	Largo (cm) <sup>1</sup>	Peso (g) <sup>1</sup>	Clasificación
$7.1 \pm 1.71$	$12.76 \pm 3.44$	$300.2 \pm 117.71$	Tipo 2

<sup>1</sup> Media  $\pm$  desviación estándar (n=18)

En la Tabla 15, se mostró los resultados de análisis del yacón o jícama lo cual se comparó con las investigaciones bibliográficas y norma andina se obtuvo los siguientes resultados: proteínas con 0.08 % valor menor que la NA 0087 y (Suquilanda, 2008; Mendieta, 2005), la humedad depende del yacón en este caso fue 82.32 % menor que NA 0087 y (Suquilanda, 2008) , la grasa fue 0.07 % dentro del parametro de NA 0087, la ceniza fue 0.68 % mayor que NA 0087, los carbohidratos totales con 16.85 % fue mayor que NA 0087 pero dentro de los establecido para (Villacrés, Alvarez, Quelala, & INIAP, 2013) , la fibra cruda con 2.06 % estuvo en rango de (Villacrés, Alvarez, Quelala, & INIAP, 2013) pero mayor que NA 0087 y los azúcares totales fueron 9.28 % siendo menor que (Ruiz & Villacrés, 2007). El aporte calórico presentado fue 68 cal / 100 g siendo menor que (Suquilanda, 2008; Manrique, Hermann, & Bernet, 2004; Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003), los detalles del análisis están en el Anexo 3.

**Tabla 15.** Características químicas del yacón o jícama

Parámetros	Unidad	Resultado	Norma Andina	Otros autores
Proteína	%	0.08	0.30 - 0.56	0.1 - 0.5
Humedad	%	82.32	84.8 - 92.70	85 - 90
Grasa	%	0.07		
Cenizas	%	0.68	0.26 - 0.53	0.26 - 0.53
Carbohidratos	%	16.85	9.23	18
Azúcares totales	%	9.28		22
Fibra cruda	%	2.06	0.28 - 0.60	2.0 - 4.0
Calorías	Cal/100 g	68		14 - 22

Laboratorio OSP

Es importante señalar que la madurez generó una variación en los parametros de estudio, además de el tipo de cultivo, zona, clima, almacenamiento, transporte y conservación (Mendieta, 2005).

## 4.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

La Tabla 16, muestra el promedio y el error estadístico para cada uno de los tratamientos siendo el tratamiento E con temperatura de 68 °C y 2mm de

grosor el de menor contenido de humedad con 13.13 %, a continuación el tratamiento C con temperatura de 63 °C y 2 mm de grosor tuvo una humedad de 14.68 %, algo muy similar fue el tratamiento A con temperatura de 57 °C y grosor de 2 mm presentando una humedad de 14.71 %, el tratamiento B con temperatura de 57 °C y 3 mm grosor tuvo una humedad superior con 17.53 %, el tratamiento F con temperatura de 68 °C y 3mm de grosor con humedad de 19.09 % y el que presento el mayor contenido de humedad fue el tratamiento D con temperatura de 63 °C y 3 mm de grosor con humedad de 24.59 %. Los tratamientos que no presentaron diferencias fueron la combinación con grosor de 2 mm en las tres temperaturas. Los detalles se encuentran en Anexo 2.

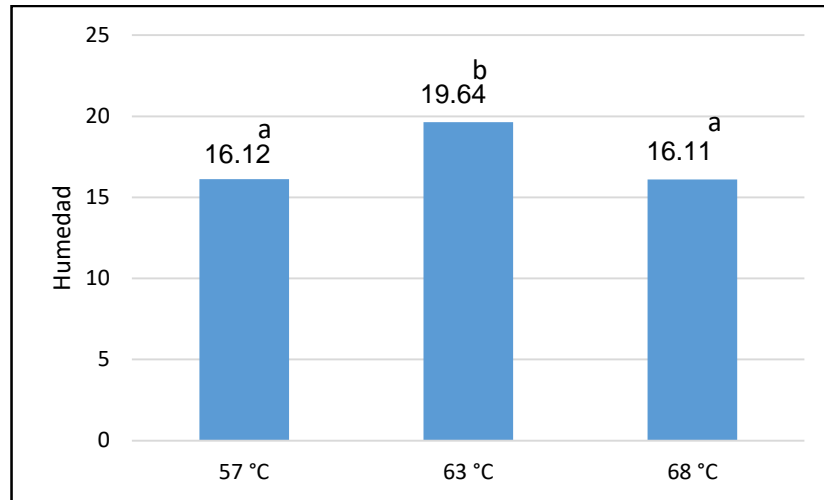
**Tabla 16.** Contenido de humedad por tratamiento

Tratamiento	Humedad <sup>12</sup>
A	14.71 ± 1.18 <sup>ab</sup>
B	17.53 ± 1.05 <sup>bc</sup>
C	14.68 ± 1.12 <sup>ab</sup>
D	24.59 ± 1.70 <sup>d</sup>
E	13.13 ± 2.08 <sup>a</sup>
F	19.09 ± 1.18 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Media ± desviación estándar (n=3)

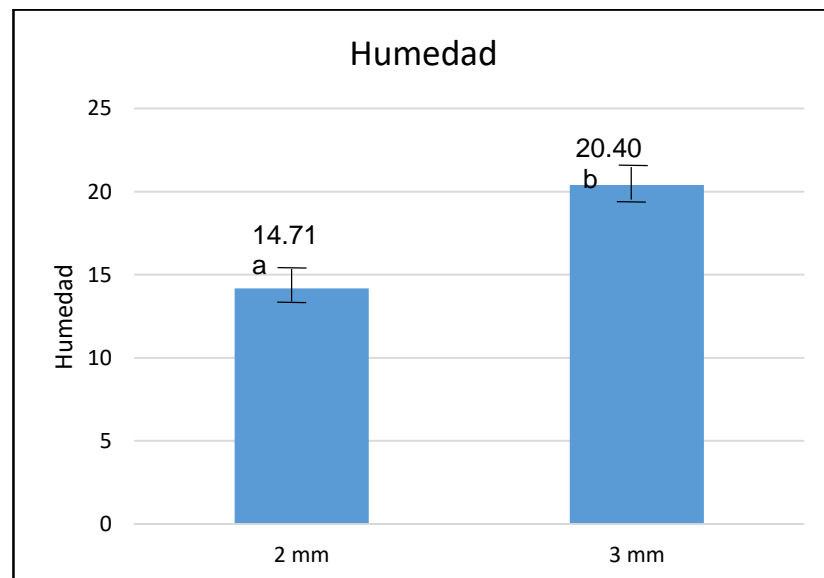
<sup>2</sup>Letras diferentes indican diferencias significativas

En la Figura 11, se observa la diferencia significativa realizada con LSD de las temperaturas teniendo un menor contenido de humedad en la temperatura de 68 °C con 16.11 % ± 3.4, con un porcentaje similar la temperatura de 57 °C con 16.12 % ± 1.8 y la de mayor humedad la temperatura 63 °C con 19.64 % ± 5.1; las temperaturas de 57 °C y 68 °C no muestran diferencias significativas. Los detalles se encuentran en el Anexo 2.



**Figura 11.** Contenido de humedad en temperatura

En la Figura 12, se observa la diferencia significativa LSD de los grosores presentado un menor contenido de humedad el grosor 2 mm con  $14.71 \% \pm 1.69$ , y el grosor 3 mm con  $20.40 \% \pm 3.21$ ; existe una diferencia significativa y explica porque la combinación con menor grosor ayuda a al menor contenido de humedad. Los detalles se encuentran en el Anexo 2.



**Figura 12.** Contenido de humedad en grosor

### 4.3 OBTENCIÓN DE HOJUELAS DE YACÓN O JÍCAMA

#### Pérdida de masa.

En pruebas previas se estimó que el porcentaje de pérdida de masa respecto a la masa inicial reflejó una constante en el porcentaje de 80 aproximadamente, como se observó en la Figura 13, la curva tiende hacia una recta o asíntota horizontal en todos los tratamientos siendo así: tratamiento A (57 °C – 2mm) con 81 % y tiempo de deshidratación de 1 hora 10 minutos; tratamiento B (57 °C – 3 mm) con 80 % y tiempo de deshidratación de 1 hora 60 minutos; tratamiento C (63 °C – 2 mm) con 81 % y tiempo de deshidratación de 1 hora 20 minutos; tratamiento D (63 °C – 3 mm) con 80 % y tiempo de 1 hora 50 minutos; tratamiento E (68 °C – 2 mm) con 81 % y tiempo de deshidratación 1 hora 30 minutos y el tratamiento F (68 °C – 3 mm) con 80 % y tiempo de deshidratación 1 hora 50 minutos.

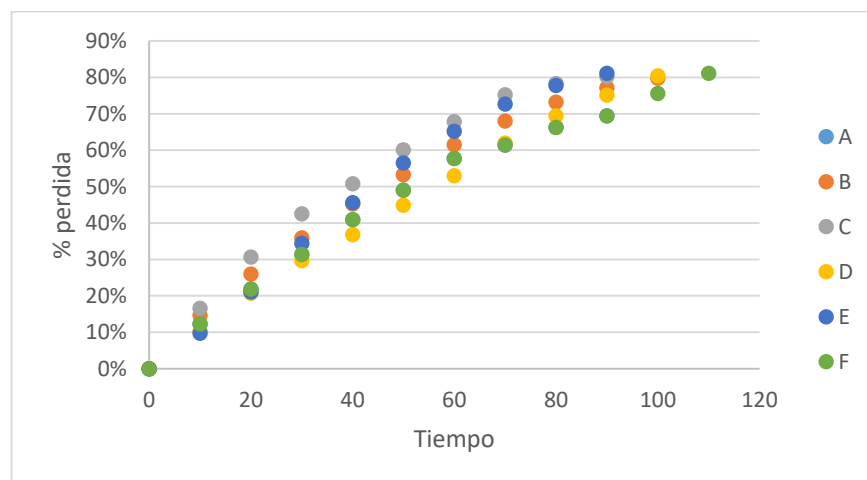


Figura 13. Porcentaje de pérdida de masa por tratamiento

### 4.4 RENDIMIENTO DEL YACÓN O JÍCAMA

De acuerdo a la Ecuación 1, se determinó el rendimiento del yacón o jícama en el proceso de pelado como se observa en la Tabla 20, se tomó 18 muestras de raíces para evaluar el rendimiento, se tuvo una pérdida promedio en el

pelado del 20 % que al comparar con (Párraga, Hermann, & Manrique, 2005) los cuales afirmaron que se pierde alrededor del 20 % se pudo señalar que por esta etapa se podrán incrementar costos en el procesamiento al iniciar con merma.

**Tabla 17.** Rendimiento pelado del yacón o jícama

Yacón entero	Yacón pelado	% Rendimiento
336.6	266.7	80.5 ± 5

% rendimiento ± desviación estándar (n=18)

El rendimiento de las hojuelas por tratamiento se observa en la Tabla 21, así: los que presentaron mayor rendimiento fueron los tratamientos E (68 °C – 2 mm) y F (68 °C – 2 m) con 14.43 % y 14.13 % respectivamente; el tratamiento B (57 °C – 2mm) presento 13.47% un valor promedio entre los tratamientos; existió una igualdad entre los tratamientos A (57 °C – 2 mm) y D (63 °C – 3 mm) con 12.46 % y 12.28 % respectivamente; el que presento menor rendimiento fue el tratamiento C (63 °C – 2 mm) con 11.62 %.No existió diferencia significas entre las hojuelas de los tratamiento.

**Tabla 18.** Rendimiento de la hojuela de yacón o jícama

Tratamiento	Temperatura (°C)	Grosor (mm)	Tiempo (min)	% Rendimiento <sup>12</sup>
A	57	2	70	12.46 ± 3.42 <sup>a</sup>
B	57	3	100	13.47 ± 1.57 <sup>a</sup>
C	63	2	80	11.62 ± 1.94 <sup>a</sup>
D	63	3	110	12.28 ± 1.04 <sup>a</sup>
E	68	2	90	14.43 ± 3.82 <sup>a</sup>
F	68	3	113	14.13 ± 8.07 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Media ± desviación estándar (n=3) tratamiento

<sup>2</sup>Letras diferentes indican diferencias significativas

Al comparar con (Martínez & Vélez, 2013) que obtuvieron el rendimiento de la hojuela experimental en un 17 % los tratamientos presentaron un menor porcentaje debido a maduración o contenido de humedad del yacón o jícama.

## 4.5 CINÉTICA DE SECADO

A continuación, en la Figura 14, se observa la curva de humedad en función del tiempo en la que el menor contenido de humedad fue del tratamiento 68 °C – 2 mm con 0.36 (kg w/ kg ms) y el mayor contenido de humedad fue el tratamiento 57 °C – 3 mm con 0.59 (kg w / kg ms); en las etapas A - B se pudo determinar que la hojuela se adaptó a las condiciones de temperatura equilibrándose con el aire de secado en la combinación con grosor 2 mm fue durante los primeros 10 minutos (600 s) y con 3mm fue los 30 primeros minutos (1800 s) debido a que existió un precalentamiento, mientras en la etapa B - C se evaporó el agua libre reduciendo con rapidez la humedad, las etapas C y D las condiciones de temperatura permanecieron constante y la hojuela se calienta y finalmente en la etapa E presentó una velocidad decreciente y una reducción más lenta de humedad (Geankoplis, 1998; Colina, 2010).

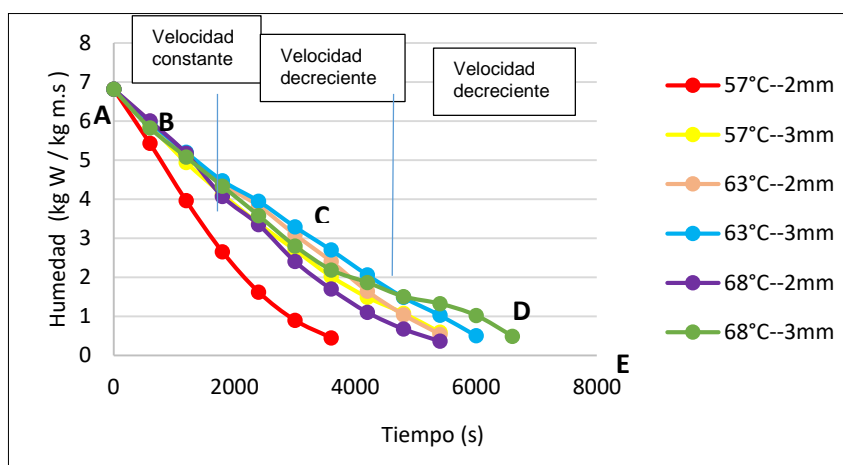
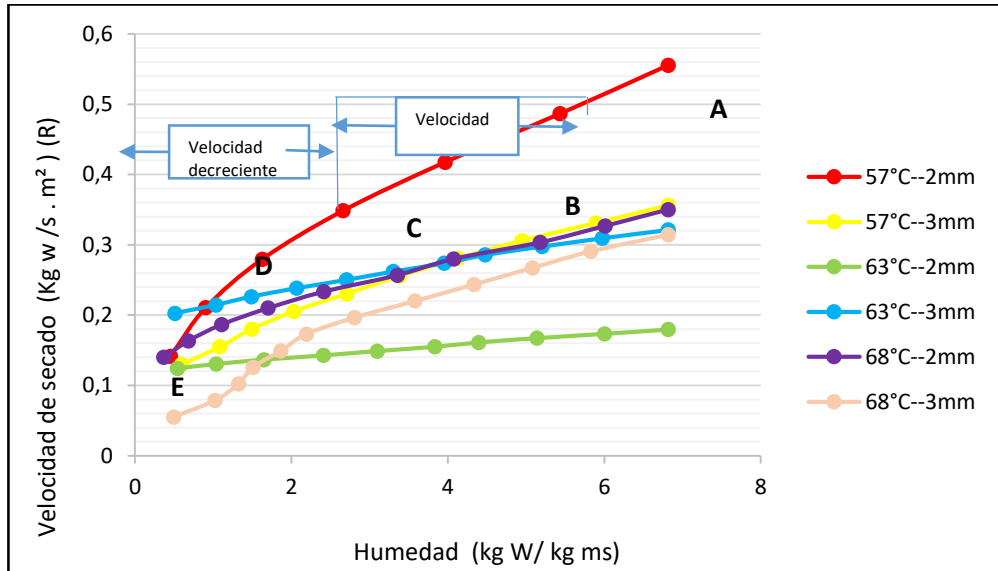


Figura 14. Curva de humedad en función de tiempo

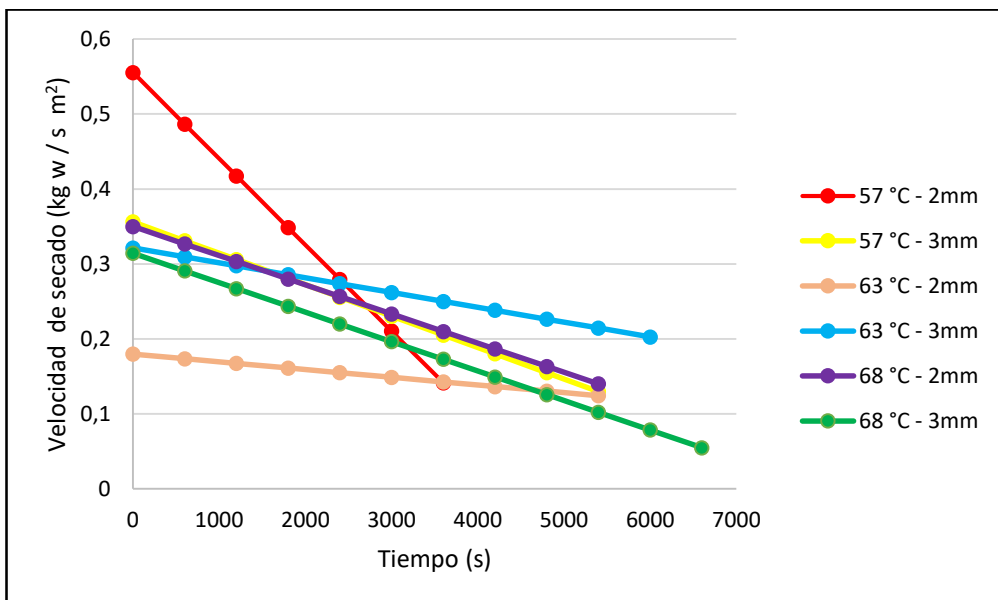
En la Figura 15, se observa la curva de velocidad de secado en función de humedad; en donde la etapa A - B de la curva representó el inicio del secado del yacón o jícama con un contenido de humedad de (6.8 kg W / kg ms) , la etapa B - C representó la velocidad de secado constante a los 10 - 20 minutos iniciales, la etapas C - D, correspondió a la etapa de secado con velocidad decreciente entre los 30 - 40 minutos del proceso; es importante señalar que

la etapa C - D fue la totalidad del periodo de velocidad decreciente en los tratamientos (Singh & Heldman, 1993).



**Figura 15.** Velocidad de secado en función de Humedad

En la figura 16, se observa la gráfica de velocidad de secado en función del tiempo de los tratamientos.



**Figura 16.** Curva de Velocidad en función del tiempo



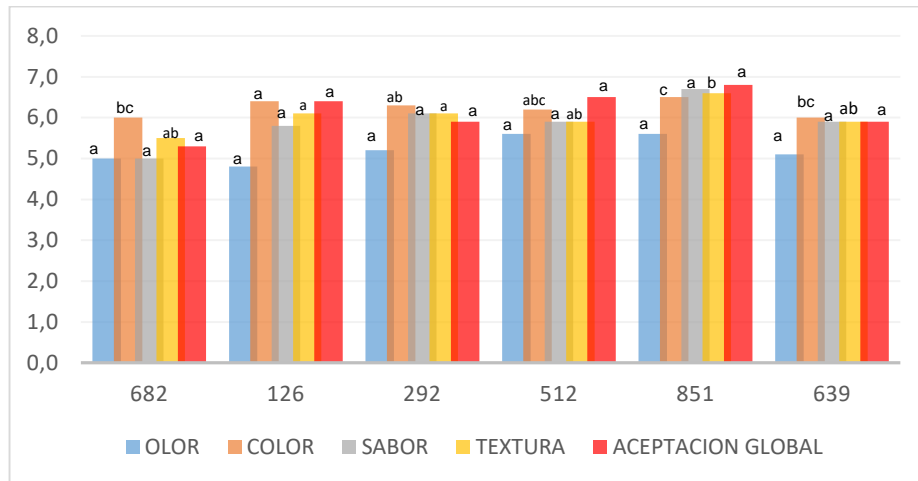
De acuerdo a las Figuras 14, 15 y 16, el comportamiento de las hojuelas fue: el tratamiento con temperatura de 57 °C y grosor de 2 mm tardo 1 hora (3600 s) tuvo una humedad aproximada de 0.45 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.14 (kg / m<sup>2</sup> s); el tratamiento con temperatura de 57 °C y grosor 3 mm tardo 1 hora 30 minutos (5400 s) tuvo una humedad aproximada de 0.59 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.13 (kg / m<sup>2</sup> s); el tratamiento con temperatura de 63 °C y grosor 2 mm tardo 1 hora 30 minutos (5400 s) tuvo una humedad aproximada de 0.54 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.12 (kg / m<sup>2</sup> s); el tratamiento con temperatura de 63 °C y 3 mm tardo 1 hora 40 minutos (6000 s) tuvo una humedad aproximada de 0.50 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.20 (kg / m<sup>2</sup> s); el tratamiento con temperatura de 68 °C y 2 mm tardo 1 hora 30 minutos (5400 s) tuvo una humedad aproximada de 0.36 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.14 (kg / m<sup>2</sup> s); el tratamiento con temperatura de 68 °C y 3 mm tardo 1 hora 50 minutos (6600 s) en llegar a una humedad aproximada de 0.49 (kg w / kg ms) y velocidad de 0.05 (kg / m<sup>2</sup> s).

#### **4.6 ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD**

El grupo objetivo de análisis fueron jóvenes de 15 a 16 años porque se quiso hacer conocer el producto; el mismo que se lo presento en forma de snack natural.

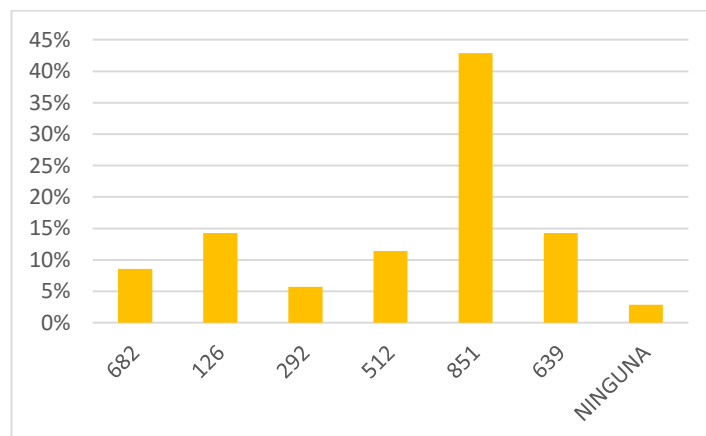
Como se observa en la Figura 17, el análisis de aceptabilidad de las hojuelas de yacón o jícama fue: tratamiento A código 682 (57 °C - 2 mm): olor 5, color 6, sabor 5, textura 5.5 y aceptación global 5.3; tratamiento B código 126 (57 °C - 3 mm): olor 4.8, color 6.4, sabor 5.8, textura 6.1 y aceptación global 6.4; tratamiento C código 292 (63 °C - 2 mm): olor 5.2, color 6.3, sabor 6.1, textura 6.1 y aceptación global 5.9; tratamiento D código 512 (63 °C - 3 mm): olor 5.6, color 6.2, sabor 5.9, textura 5.9 y aceptación global 6.5; tratamiento E código 851 (68 °C - 2 mm):olor 5.6, color 6.5, sabor 6.7, textura 6.6 y aceptación global 6.8 y el tratamiento F código 639 (68 °C - 3 mm): olor 5.1,

color 6, sabor 5.9, textura 5.9 y aceptación global 5.9. La hojuela que presento mayor aceptabilidad global fue el tratamiento E código 851 (68 °C - 2 mm).



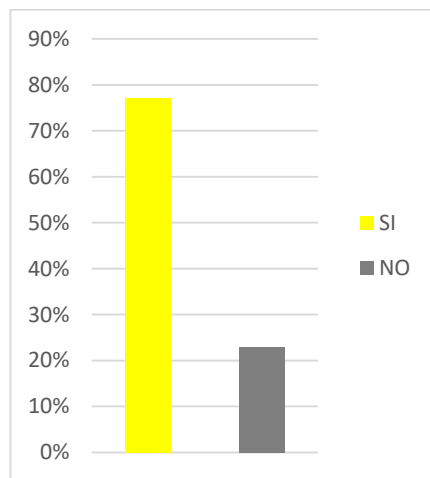
**Figura 17.** Análisis sensorial de las hojuelas de yacón

Se preguntó el código de hojuela que le gusto más de la degustación, como se observa en la Figura 18, el código 851, tratamiento E (68 °C – 2 mm) fue el de mayor aceptación con 43 %, se obtuvo una igualdad entre los códigos 639 tratamiento F (68 °C – 3 mm) y 126 tratamiento B (57 °C – 3 mm) con 14 %, el código 512 tratamiento D (63 °C – 3 mm) un 11 %; los códigos que tuvieron el menor porcentaje de aceptación fueron: código 682 tratamiento A (57 °C – 2 mm) con 9 % y código 292 tratamiento C (63 °C – 2 mm) con 6 %. Existió personas que no les gusto ninguna de las hojuelas esto represento un 3 %.



**Figura 18.** Hojuela que tuvo mayor agrado

De acuerdo a los análisis de las Figuras 17 y 18 el código de hojuela que presento los porcentajes de mayor aceptación y agrado fue el código 851 tratamiento E (68 °C – 2 mm), esto permitió determinar que fue la hojuela que tuvo mayor nivel de agrado de los tratamientos estudiados. Como se observa en la Figura 19, se preguntó si compraría el producto los encuestados señalaron que un 77 % si lo haría, mientras que un 23 % dijo que no lo compraría.



**Figura 19.** Compraría el producto.

## 4.7 CARACTERIZACIÓN FÍSICO DE LA HOJUELA

De acuerdo al análisis de aceptabilidad realizado la hojuela que tuvo mayor aceptación fue la del tratamiento E (68 °C – 2 mm), como se observa en la Figura 20, físicamente la hojuela presenta un color amarillo, sabor característico, textura sólida y olor característico (NA 0087, 2010).



**Figura 20.** Hojuela de yacón o jícama deshidratada

## 4.8 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HOJUELA

Químicamente la hojuela presento los siguientes resultados como se observa en la Tabla 19 y Anexo 4.

**Tabla 19.** Características Químicas de la hojuela deshidratada

Parámetros	Unidad	Resultado
Proteína	%	1.4
Humedad	%	10.26
Grasa	%	0.32
Cenizas	%	2.82
Carbohidratos	%	85.2
Azúcares totales	%	35.66
Fibra cruda	%	6.89
Calorías	Cal / 100 g	349.0

Laboratorio OSP

Las hojuelas presentaron los siguientes diámetros dependiendo de cada tratamiento; se escoge al azar para la medición como se observa en la Tabla 20, se analizó la diferencia significativa de acuerdo al intervalo LSD alfa 0.05 mostrando una diferencia significativa entre los tratamientos A (57° C – 2 mm), B (57 °C – 3 mm), C (63 °C – 2 mm) y D (63°C – 2 mm) en tanto que los tratamientos E (68 °C – 2 mm) y F (68 °C – 3 mm) no son significativamente diferentes.

**Tabla 20.** Diámetro de hojuelas por tratamiento

Tratamiento	Diámetro (cm) <sup>12</sup>
A	3.4 ± 0.11 <sup>a</sup>
B	3.9 ± 0.12 <sup>b</sup>
C	4.2 ± 0.05 <sup>c</sup>
D	4.6 ± 0.05 <sup>e</sup>
E	4.5 ± 0.07 <sup>d</sup>
F	4.5 ± 0.05 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Media ± desviación estándar (n=15)

<sup>2</sup>Letras diferentes indican diferencias significativas

## 4.9 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA HOJUELA.

Según análisis microbiológicos la hojuela presento los siguientes resultados como se observa en la Tabla 21 y Anexo 5.

**Tabla 21.** Análisis microbiológico de la hojuela norma peruana

Agente Microbiano	Limite por g		Resultado	Unidad	Método
	m	M			
Mohos	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	35	ufc/g	MMI-0/AOAC 997.02
Levaduras	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	< 10	ufc/g	MMI-01/AOAC 997.02
<i>Escherichia coli</i>	10	5 x 10 <sup>2</sup>	<10	ufc/g	MMI-03/AOAC 991.14
<i>Salmonella sp</i>	Ausencia /25 g		AUSENCIA	P/A	MMI-06/NTE INEN 1529-15:2013

LABORATORIO OSP

Al comparar con la norma peruana (NTS 071 MINSA/DIGESA-V-01, 2008). Sección XIV. Frutas y hortalizas, frutos secos y otros vegetales. XIV 3. Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizada. Se concluyó que los agentes microbianos presentes en la hojuela deshidratada de yacón o jícama están en parámetros determinados como un producto de buena calidad.

Existe una norma Ecuatoriana en Proyecto A2 (INEN, 2015) para productos deshidratados: zanahoria, zapallo, uvilla; determina los siguientes requisitos, como se observa en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Requisitos proyecto A2 NTE INEN 2996

Requisitos	Unidad	Min	Max	Producto
<b>Zanahoria</b>				Yacón
Temperatura	° C	--	60	68
Humedad	% m/m	--	6	10.26
<b>Zapallo</b>				
Temperatura	° C	--	60	68
Humedad	% m/m	--	8	10.26

**Tabla 22.** Requisitos proyecto A2 NTE INEN 2996 (...continuación)

	Uvilla			
<b>Temperatura</b>	<b>° C</b>	--	55	68
<b>Humedad</b>	<b>% m/m</b>	--	12	10.26

(INEN, 2015)

Al comparar con zanahoria y zapallo con temperatura máxima de 60 °C, la humedad de 6 % m/m y 8 % m/m respectivamente la hojuela sobrepasa los límites; en el caso de la uvilla con temperatura máxima de 55 °C y humedad de 12 % m/m podría aplicar la comparación.

De acuerdo a análisis microbiológicos requeridos por la norma para productos deshidratados se presenta en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Requisitos microbiológicos para productos deshidratados.

Requisitos	Unida	n	m	M	c	Método de ensayo	Resultado
<i>Salmonella</i>	50 G	5	0	--	0	NTE INEN 1529-15	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	5	10	5 x 10 <sup>2</sup>	0	NTE INEN 1529-8	< 10
Recuento mohos y levadura	UFC /g	5	1.0 x 10 <sup>2</sup>	1.0 x 10 <sup>3</sup>	2	NTE INEN 1529-10	35 <10

LABORATORIO OSP

De acuerdo a la Tabla 23, los requisitos microbiológicos están dentro de parámetros permitidos y se concluye que es un producto de calidad

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- En el desarrollo de las hojuelas de yacón o jícama se pudo comprobar que el tiempo que demora la deshidratación es un factor importante ya que determino el contenido de humedad y al realizar pruebas previas se pudo concluir que la pérdida de masa fue constante en el 80 %; el grosor fue otro factor importante ya que al combinar con las temperaturas permitió concluir que el menor grosor 2 mm obtuvo menor contenido de humedad con la temperatura más alta 63 °C siendo esta 13.13 % ± 2.08.
- El yacón muestreado físicamente presento un diámetro de 7.1 cm, largo de 12.76 cm y peso 300.2 g y es tipo 2 según (NA 0087, 2010); químicamente presento 82.32 % de humedad , 0.07 % de grasa, 0.08 % de proteína, 16.85 % de carbohidratos, 9.28 % de azúcares totales, ceniza con 0.68 %, fibra cruda 2.06 % y 68 cal /100 g.
- La hojuela de 68 °C y 2 mm de grosor obtuvo 43 % aceptabilidad y características como: 5.1 en olor, 6 en color, 5.9 en sabor, 5.9 en textura y como aceptabilidad global 5.9 sobre una tabla hedónica de 9 puntos; físicamente presento olor y sabor característico, color amarillo y diámetro de 4.5 cm. La hojuela de mayor aceptabilidad químicamente presento 10.26 % de humedad y 0.32 % de grasa, 1.40 % de proteína, 85.20 % de carbohidratos, 35.66 % de azúcares totales, 6.89 % de fibra cruda, ceniza con 2.82 % y 349 cal /100 g. La hojuela al compararse con el yacón tuvo mayores porcentajes en la mayoría de parámetros, pero se reduce el contenido de humedad y el pardeamiento además el consumo como snack es más fácil.



## 5.2 RECOMENDACIONES

- Para la deshidratación de las hojuelas de yacón o jícama se recomienda probar diferentes tipos de deshidrataciones para estudiar el comportamiento.
- Se recomienda la utilización de materia prima que califique con un control de buenas prácticas agrícolas.
- Se recomienda examinar la idea de realizar un estudio de vida útil del producto.
- Se recomienda realizar estudios de deshidratación de yacón con cáscara.
- Se recomienda el uso de productos ancestrales para el rescate de nuestra identidad.
- Se recomienda analizar la posibilidad de comercializar este producto por sus beneficios.

## **GLOSARIO**

## GLOSARIO

**Actividad de Agua** ( $a_w$ ) es el grado de interacción del agua con los demás constituyentes del alimento (Colina, 2010).

**Adaptación sensorial.** – Modificación de la sensibilidad de un órgano de los sentidos por la actuación de un estímulo en un momento (Espinosa, 2007).

**Adsorción** ganancia de humedad (Colina, 2010).

**Agua débilmente ligada** moléculas de agua están unidas por puentes de hidrogeno (Colina, 2010).

**Agua libre** moléculas de agua están en el alimentos por los constituyentes solubles (membrana) (Colina, 2010).

**Agua ligada** moléculas de agua están unidas por grupos iónicos (Colina, 2010).

**Alimento procesado.** - toda materia alimenticia, natural o artificial, que ha sido sometida a operaciones tecnológicas necesarias para transformar o modificar pero es apta para el consumo humano (INEN, 2014).

**Aroma** olor que se percibe por vía nasal directa o indirecta de un producto (Espinosa, 2007).

**Bocadito.** Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks o botanas (INEN, 2010).

**Código de lote.** - Modo alfanumérico, establecido para identificar el lote (INEN, 2014).

**Color.** – Efecto producido por la estimulación de la retina por rayos de luz (Espinosa, 2007).

**Consumidor.** - persona que compra o recibe el producto para satisfacer necesidades (INEN, 2014).

**Contenido de humedad (W)** es la cantidad de agua total (Colina, 2010).

**Contenido de humedad en base seca** (kg m.s) se utiliza para la construcción de las curvas de secado, cálculo del tiempo y velocidad de deshidratación (Colina, 2010).

**Contenido neto.** - cantidad de producto (masa o volumen) sin considerar la tara (masa) del envase (INEN, 2014).

**Daño.** Lesión o deterioro causado: antes, durante o después de la cosecha transporte, almacenamiento y mercado (INEN, 1996).

**Desabrido.** – Producto olfato-gustativo débil (Espinosa, 2007).

**Deshidratación-Marchitez.** Flacidez de los tejidos cuando las células de estos pierden parte de su contenido de agua (INEN, 1996).

**Desorción** pérdida de humedad (Colina, 2010).

**Diámetro Ecuatorial.** - Valor mayor del diámetro transversal (INEN, 1990).

**Envase.** – cualquier recipiente que esta contacto directo con el producto o que contiene y recubre un producto, está destinado a protegerlo del deterioro, contaminación y facilitar su manipulación (INEN, 2014).

**Escala de hedónica.** – Escala en la que se interpreta el grado de gusto o disgusto (Espinosa, 2007).

**Escaldadura.** Daño causado por: quemaduras de sol o productos químicos es decir los tejidos se presentan descoloridos arrugados o en una área definida (INEN, 1996).

**Estimación de magnitudes.** - Asignar valores o atributos que tenga relación entre el valor asignado y la percepción del juez (Espinosa, 2007).

**Fecha de fabricación o elaboración.** - fecha que se ha realizado el proceso para transformarlo en el producto descrito (INEN, 2014).

**Fecha límite de utilización.** - Límite de consumo recomendada conocida también como fecha de caducidad, después esta fecha se perderá los atributos de calidad (CODEX , 1985).

**Fracturabilidad.** – Fuerza necesaria que se necesita para fragmentar un producto en migajas o pedazos (Espinosa, 2007).

**Germoplasma** semillas, o tubérculos en caso de reproducción asexual (Hermann & Heller, 1997).

**Hojuelas.** Son las láminas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que se forman por moldeo de una masa (INEN, 2010).

**humedad crítica del producto** ( $W_c$ ) contenido de humedad del producto cuanto no existe agua libre (Colina, 2010).

**Humedad crítica:** Punto que separa los dos períodos de secado antecritico en el cual la velocidad es constante y poscrítico cuando disminuye la velocidad de secado (UPC, 2010)

**Humedad de equilibrio** ( $W_e$ ) cuando la presión de vapor está en equilibrio con el medio que lo rodea (Colina, 2010).

**Ingrediente.** - cualquier sustancia, incluidos los aditivos alimentarios, que se emplee en la fabricación o preparación del alimento y esté presente en el producto final (INEN, 2014).

**Largo.** – Distancia entre los puntos extremos (INEN, 1990).

**Lote.** – Cantidad definida de producto con características uniformes como: madurez, frescura, calibre (INEN, 1994).

**Madurez Uniforme.** - Similar estado de desarrollo morfológico y fisiológico que alcanza las raíces como en el proceso de maduración considerados en conjunto (INEN, 1990).

**Muestra.** - Unidad extraída de un lote (INEN, 1994).

**Preselección.** – Seleccionar inicial de evaluadores o muestra para el análisis (Espinosa, 2007).

**Producto envasado.** - producto llenado, envuelto o empaquetado (INEN, 2014).

**Raíz.** Se designa a la parte subterránea de una planta, que se engrosa en algunas especies y variedades comestibles (INEN, 1996).

**Rótulo (Etiqueta).** marca, imagen u otro material descriptivo como: impreso, marcado en relieve adherido al envase de un producto, que lo identifica y caracteriza (INEN, 2014).

**Tiempo máximo de consumo, fecha de vencimiento o expiración.** - fecha que termina el período después del cual el producto almacenado en las condiciones indicadas, no tendrá los atributos de calidad que, fecha fijada por el fabricante (INEN, 2014).

**Tubérculo.** Raíz carnosa, engrosada que acumula sustancias de reserva (NA 0087, 2010).

## **BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFÍA

- Academy, T. n. (1989). *Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. Washington: National Academy of Sciences. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de <http://www.nap.edu/catalog/1398.html>
- Andrade, M. (2010). *Determinación de humedad y cenizas*. Informe de laboratorio, Quito.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson.
- Barrera , V., Tapia, C., & Monteros , A. (2004). *Raíces y Tuberculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Quito, Lima: INIAP.
- Cardenas, G. (2009). *Optimización del proceso de secado de la manzanilla (matricaria chamomilla) y del toronjil (melissa officinalis) con la unión de comunidades indígenas y campesinas de Juan Montalvo (ucicjum)*. Escuela Politecnica Nacional, Quito. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1659>
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. España: Mundi Prensa.
- CODEX . (1985). *Etiquetado de los Alimentos Preenvasados*. CODEX. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de [www.fao.org/input/download/standards/32/CXS\\_001s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/32/CXS_001s.pdf)
- CODEX. (2012). *Propuesta de nuevo trabajo para un norma del codex para el yacón*. Argentina: CODEX. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de [ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cclac/cclac18/la18\\_15s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cclac/cclac18/la18_15s.pdf)
- CODEX INEN CPE. (2014). *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles. (cac/rcp 5-1971, idt)*. Quito: INEN. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de

[http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/10/CAC\\_RC\\_P\\_5-1971\\_PRAC\\_HIG\\_FRUT\\_HORT\\_DESHID\\_HONGOS.pdf](http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/10/CAC_RC_P_5-1971_PRAC_HIG_FRUT_HORT_DESHID_HONGOS.pdf)

Colina, M. (2010). *Deshidratación de Alimentos*. México: Trillas.

Comerciales, C. G., & MAGAP. (s.f.). *MAGAP entrega canastas agroecológicas*. MAGAP. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.agricultura.gob.ec/magap-entrega-canastas-agroecologicas/>

Díaz, S., & Karem, E. (2014). *Demuestran propiedades antidiabéticas de una planta andina*. Argentina: INSTITUTO LELOIR/DICYT. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/213049/>

Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Habana.

FAO. (2011). *Fortalecimiento de Organizaciones Indígenas Altoandinas y restate de sus productos tradicionales*. Chimborazo: FAO. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/019/as404s/as404s.pdf>

Geankoplis, C. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Mexico: CECSA.

Geyer, M., Manrique, I., Degen, L., & Beglinger, C. (10 de Septiembre de 2008). Effect of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) on Colonic Transit Time in Healthy Volunteers. *KARGER*, 78(1), 4. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de [http://www.gastroenterologie-wettingen.ch/fileadmin/user\\_upload/publikationen/Yacon,%202008.pdf](http://www.gastroenterologie-wettingen.ch/fileadmin/user_upload/publikationen/Yacon,%202008.pdf)

Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. Monterrey: MacGrawHill.

Hermann, M., & Heller, J. (1997). Andean roots and tubers Ahipa, arracacha, maca and yacon. 58. Italia: International Plant Genetic Resources

Institute. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de [http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Andean\\_roots\\_and\\_tubers\\_472.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Andean_roots_and_tubers_472.pdf)

INEN. (1990). *INEN 1760. Hortalizas frescas. Yuca. Requisitos*. Quito: INEN. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/1760.pdf>

INEN. (1994). *NTE INEN 1750. Hortalizas y frutas frescas. Muestreo*. Ecuador: INEN. Recuperado el 13 de Mayo de 2016, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1750-C.pdf>

INEN. (1996). *INEN 2104. Hortalizas frescas. Definición y Clasificación*. Quito: INEN. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2104.pdf>

INEN. (2010). *NTE INEN 2561. BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS*. Quito: INEN. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2561.pdf>

INEN. (2011). *NTE INEN 1334-2. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*. Quito: INEN. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de [http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte\\_inen\\_1334-1-Enm.pdf](http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte_inen_1334-1-Enm.pdf)

INEN. (2011). *NTE INEN 2570. Bocaditos de granos, cereales y semillas requisitos*. Quito: INEN. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2570.pdf>

INEN. (2014). *INEN 1334-1. Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*. Quito: NTE. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de [http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte\\_inen\\_1334-1-Enm.pdf](http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte_inen_1334-1-Enm.pdf)

- INEN. (2015). *NTE INEN 2996. Productos deshidratados: zanahoria, zapallo, uvilla. Requisitos*. Quito: INEN.
- INIAP. (1995). *Informe Nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos Fitogenéticos*. Quito: FAO. Recuperado el 13 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/SoW1/americas/ECUADOR.pdf>
- León, J., & Hernández, J. (1994). Neglected crops: 1492 from a different perspective. *FAO*, 26, 348. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/t0646e/t0646e0h.htm>
- MAGAP. (s.f.). *Agricultores promocionan sus productos en "Nuestro Mercado"*. Quito: MAGAP. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.agricultura.gob.ec/agricultores-promocionan-sus-productos-en-nuestro-mercado/>
- Manrique, I., Hermann, M., & Bernet, T. (2004). *Yacon Ficha Técnica*. Lima: Centro Intenacional de la Papa (CIP). Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/R2006082306.pdf>
- Martinez, J., & Osorio, S. (s.f.). *Determinación de humedad de avena comercial en hojuelas*. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ciencias agroindustriales, asignatura de análisis De Alimentos, Colombia. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de [https://www.academia.edu/16835956/ANALISIDE\\_ALIMENTOS\\_Determinacion\\_de\\_humedad\\_de\\_avena\\_comercial\\_en\\_hojuelas](https://www.academia.edu/16835956/ANALISIDE_ALIMENTOS_Determinacion_de_humedad_de_avena_comercial_en_hojuelas)
- Martínez, L., & Vélez, D. (2013). *Estudio de factibilidad en la implementación, desarrollo y comercialización de hojuelas de yacón*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3474/65811M385.pdf?sequence=1>

Mendieta, M. (2005). *El Yacón cultivo y producción*. Lima: Ripalme.

Mikuy, A., & Mikuy, S. (2010). *Recetario Gastronómico Tradicional Altoandino: Allin Mikuy / Sumak Mikuy*. Perú: FORSANDINO, FAO. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/recetarioandino.pdf>

MINAGRI. (s.f.). *En el Perú 33 mil agricultores se dedican al cultivo de productos orgánicos*. Perú: convención nacional de productos orgánicos. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de <http://www.minagri.gob.pe/portal/166-notas-de-prensa/2009/3141-segun-anuncio-ministro-adolfo-de-cordova-velez->

Mora, D., & Tobar, J. (2013). *Desarrollo de chips de manzana anna (Malus domestica) mediante preconcentración osmótica y horneado industrial*. Quito. Recuperado el 1 de Julio de 2016, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2852>

Moreno, C., & Cárcel, J. (2015). *Influencia de la superficie de la muestra y de la aplicación de ultrasonidos durante la liofilización a presión atmosférica de manzana en la capacidad antioxidante, el contenido fenólico y la retención de la vitamina C*. Valencia. Recuperado el 1 de Julio de 2016, de <http://hdl.handle.net/10251/54468>

NA 0087. (2010). *NA 0087. Productos Naturales. Yacón (smallathus sonchifolius) Definiciones, clasificación y requisitos*. Comité Andino de Normalización.

NTS 071 MINS/DIGESA-V-01. (2008). *NORMA NTS 071 MINS/DIGESA-V-01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Perú: MINS/DIGESA.

- Párraga, A., Hermann, M., & Manrique, I. (2005). *Jarabe de yacón*. Lima, Perú: Centro Internacional de la papa. Recuperado el 31 de Mayo de 2016, de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe\\_Yacon.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe_Yacon.pdf)
- Potter, N., & Hotchkiss, J. (1995). *Ciencia de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Povea, I. (2015). *La función del envase en la conservación de alimentos*. Bogota: ECOE.
- PROMPERU. (2014). *Perú productos naturales*. Lima: PROMPERU. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Catalogo%20productos.pdf>
- Quelal, M., Alvarez, J., & Villacrés, E. (2013). *Una Revisión bibliográfica de la papa, Melloco, Oca, Mashua, Zanahoria Blanca y Jícama*. Quito: INIAP. Recuperado el 6 de Junio de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2816>
- Ruiz, F., & Villacrés, E. (5 de 2007). Jicama raíz andina con propiedades nutraceuticas. *Boletín técnico N°128*. Recuperado el 8 de Junio de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/451>
- Salazar , S. (julio de 2003). Estrategias en productos deshidratados. San Salvador. Recuperado el 5 de Abril de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/118878846/Estrategias-de-productos-deshidratados>
- Sancho, J., Bota , E., & De Castro, J. (2002). *Introduccion al análisis sensorial de los alimentos*. México: Alfaomega.
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). *Yacón Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Lima, Perú: CIP, COSUDE. Recuperado el 22 de Diciembre de 2015, de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)

- SIICES. (2015). *Yacón*. Perú: PROM PERU. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/208pdf2015Feb10.pdf>
- Singh, P., & Heldman, D. (1993). Introducción a la ingeniería de los alimentos. En P. Singh, *Introducción a la ingeniería de los alimentos* (págs. 455-480). España: ACRIBIA, S.A.
- Suquilanda, M. (2008). *Producción orgánica de productos andinos (manual técnico)*. (M. B. valdivieso, Ed.) Lima: FAO, Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de [http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf)
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos* (Primera ed.). Lima, Perú: Asociación Nacional de productores ecológicos del Perú, FAO. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Umaña, E. (2003). *Estrategias de Productos Deshidratados Frutas, Vegetales y Hierbas*. San Salvador: Fiagro. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de <http://www.fiagro.org/index.php/biblioteca/fiagro/estudios-y-diagnostico/271-estrategias-en-productos-deshidratados/file>
- UNALM. (2000). *Ciencia y Tecnología de Alimentos II*. Departamento de Tecnología de Alimentos. Lima: Facultad de Industrias Alimentarias UNALM.
- UPC. (2010). *Humedad crítica*. España. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de <http://www.epsem.upc.edu/fermentador/castella/fonaments%20materia.html>
- Valderrama, M. (2005). *Manual del cultivo de yacón*. (Cosude, Ed.) Cajamarca, Perú: Pymagros. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de

<http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/74455093814a213d6976637f4f71ad5f.pdf>

Villacrés, E., Alvarez, J., Quelala, M. B., & INIAP. (2013). *Nutrición, Procesamiento y Gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador*. Quito: INIAP, CIP. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2816>

Villacrés, E., Quelal, M. B., & Alvarez, J. (2013). *Nutrición, Procesamiento y Gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador*. Quito: INIAP, CIP. Recuperado el 28 de 7 de 2016

Villacrés, E., Rubio, A., Cuadrado, L., Marcial, N., & Iñiguez, D. (Mayo de 2007). *Jícama: Raíz andina con propiedades nutraceuticas*. Quito: Quito, EC, INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad, 2007. Recuperado el 17 de Enero de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/451>



**ANEXOS**

# ANEXO 1

## FORMATO PARA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL  
INGENIERIA DE ALIMENTOS**

Fecha: \_\_\_\_\_

**Aceptabilidad del consumidor.**

Usted está recibiendo 6 muestras de hojuelas, deguste e indique su nivel de aceptación para cada muestra en una escala del 1 al 9, donde:

1. Extremadamente desagradable
2. Muy desagradable
3. Desagradable
4. Ligeramente desagradable
5. Ni agradable ni desagradable
6. Ligeramente agradable
7. Agradable
8. Muy agradable
9. Extremadamente agradable.

	<b>682</b>	<b>126</b>	<b>292</b>	<b>512</b>	<b>851</b>	<b>639</b>
OLOR						
COLOR						
SABOR						
TEXTURA						
ACEPTACIÓN GLOBAL						

De las muestras de hojuelas cual le gusto más (Código) \_\_\_\_\_

Estaría dispuesto a comprar este producto:    Sí \_\_\_\_\_    No \_\_\_\_\_

¡Gracias por su colaboración!

## ANEXO 2

### DISEÑO EXPERIMENTAL

#### De los tratamientos

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	262,37	5	52,47	17,01	<0,0001
TRATAMIENTO	262,37	5	52,47	17,01	<0,0001
Error	37,01	12	3,08		
Total	299,38	17			

##### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,12442

Error: 3,0845 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
E	13,13	3	1,01	A
C	14,68	3	1,01	A B
A	14,71	3	1,01	A B
B	17,53	3	1,01	B C
F	19,09	3	1,01	C
D	24,59	3	1,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### De factores: Temperatura y Grosor.

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HUMEDADES	18	0,75	0,70	13,38

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	224,43	3	74,81	13,97	0,0002
TEMPERATURA	49,59	2	24,79	4,63	0,0286
GROSOR	174,85	1	174,85	32,66	0,0001
Error	74,95	14	5,35		
Total	299,38	17			

##### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,86515

Error: 5,3536 gl: 14

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.	
68	16,11	6	0,94	A
57	16,12	6	0,94	A
63	19,64	6	0,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

##### Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,33938

Error: 5,3536 gl: 14

GROSOR	Medias	n	E.E.	
2	14,17	9	0,77	A
3	20,40	9	0,77	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

# ANEXO 3

## ANÁLISIS QUÍMICO DE YACÓN O JÍCAMA



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 25166  
ORDEN DE TRABAJO No 53336

SOLICITADO POR:	CLAUDIO CATALINA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	10 DE AGOSTO N21-231 Y SAN GREGORIO
MUESTRA DE:	ALIMENTO
DESCRIPCIÓN:	JÍCAMA
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/07/2016
HORA DE RECEPCIÓN:	08.47
FECHA DE ANÁLISIS:	11-20/07/2016
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	21/07/2016
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	500g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	0.08	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	82.32	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.07	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	0.68	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	16.85	Cálculo
Azúcares Totales	%	9.28	MAL-53/ PEARSON
Fibra cruda	%	2.06	MAL-50/ PEARSON
Calorías	Cal/100 g	68	Cálculo



Dr. Geovany Gerónimo  
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



1 1/1

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Catto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Teléfono: 3216-740 - Web: [www.facuquimuce.edu.ec](http://www.facuquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

# ANEXO 4

## ANÁLISIS QUÍMICO DE HOJUELA DE YACÓN O JÍCAMA



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 25167  
ORDEN DE TRABAJO No 53336

SOLICITADO POR:	CLAUDIO CATALINA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	10 DE AGOSTO N21-231 Y SAN GREGORIO
MUESTRA DE:	ALIMENTO
DESCRIPCIÓN:	HOJUELAS DE JICAMA
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/07/2016
HORA DE RECEPCIÓN:	08:47
FECHA DE ANÁLISIS:	11-20/07/2016
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/07/2016
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	42g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	1.40	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	10.26	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.32	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.82	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	85.20	Cálculo
Azúcares Totales	%	35.66	MAL-53/ PEARSON
Fibra cruda	%	6.89	MAL-50/PEARSON
Calorías	Cal/100 g	349	Cálculo



*x. Geovany Gardafal*  
Dr. Geovany Gardafal  
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



# ANEXO 5

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HOJUELA DE YACÓN



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA  
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI. 35076  
ORDEN DE TRABAJO No. 54356

SOLICITADO POR:	CLAUDIO CATALINA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	10 DE AGOSTO N21-231 Y SAN GREGORIO
MUESTRA DE:	ALIMENTO
DESCRIPCIÓN:	HOJUELAS DESHIDRATADAS
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACION:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	07/11/2016
HORA DE RECEPCIÓN:	08H34
FECHA DE ANÁLISIS:	08/11/2016
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	15/11/2016
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO DECLARADO:	200g
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE ENTEROBACTERIAS	ufc/g	<10	MMI-04/AOAC 2003.01
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/g	<10	MMI-03/AOAC 991.14
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	<10	MMI-03/AOAC 991.14
RECUENTO DE MOHOS	ufc/g	35	MMI-01/AOAC 997.02
RECUENTO DE LEVADURAS	ufc/g	<10	MMI-01/AOAC 997.02
<i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	MMI-06/NITE INEN 1529-15:2013

DATOS ADICIONALES:  
ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002. LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*



*[Signature]*  
B. F. Mngaly Chasi - Msc.  
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

RMI-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com