



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO**  
**AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO**

**TÉCNICA DE CONSERVACIÓN PARA MASA PRECOCIDA DE**  
**YUCA (*Manihot esculenta*) EN EL CANTÓN QUEVEDO 2013**

**AUTOR:**

**RUBÉN EDUARDO ESTUPIÑAN A.**

**DIRECTORA:**

**ING: FLOR MARINA FON FAY VÁSQUEZ**

**QUEVEDO – LOS RÍOS**  
**2014**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Tesis de grado presenta al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Previo a la Obtención del Título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Título de tesis:

**TÉCNICA DE CONSERVACIÓN PARA MASA PRECOCIDA DE YUCA**  
**(*Manihot esculenta*) EN EL CANTÓN QUEVEDO**

**Aprobado:**

---

Ing. Sonia Barzola Miranda, M.Sc.

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

Ing. Iván Viteri García, M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Marlene Medina Villacis, M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec)  
Página web: [www.uteq.edu.ec](http://www.uteq.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## **REDACCIÓN TÉCNICA**

Presentando al Honorable Lic. Segundo Cabrera Vargas encargado de corregir y calificar la redacción de la tesis de grado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial:

**APROBADO:**

---

Lic. Segundo Cabrera.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2014



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec)  
Página web: [www.uteq.edu.ec](http://www.uteq.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## **ACLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Rubén Eduardo Estupiñan Avilés, 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 incluyo en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 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.

---

Sr. Rubén Estupiñan Avilés



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: [info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec)

Página web: [www.uteq.edu.ec](http://www.uteq.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

---

## **CERTIFICACIÓN**

La suscrita Ing. Flor Marina Fon Fay, M.Sc., Docente la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Señor Egresado Rubén Eduardo Estupiñan Avilés, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial del título “TÉCNICA DE CONSERVACIÓN PARA MASA PRECOCIDAD DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN EL CANTÓN QUEVEDO”, bajo mi tutoría habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Flor Marina Fon Fay, M.Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, pilar fundamental del desarrollo intelectual, moral y ético donde nos vio formar como hombres de bien.

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Especial agradecimiento a la Ing. Flor Marina Fon Fay, M.Sc. Por haber confiado en mí persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre tuvieron la predisposición para brindarme toda su ayuda, ahora me toca devolverles un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo cariño esta tesis se las dedico a ustedes:

Mama Julia

Hermano Henry

Y Tío Duncan

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
TRIBUNAL DE TESIS.....	II
REDACCIÓN TÉCNICA.....	III
ACLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	IV
CERTIFICACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.3. Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Fundamentación Teórica.....	7
2.2. Harina de yuca comestible. ....	11
a)Factores de calidad generales. ....	11
b)Higiene.....	11
c)Envase. ....	12
2.3. Microbiológico.....	12
2.4. Métodos de conservación físico por temperatura .....	20
2.5. Empaque de alimentos.....	23

2.6. Fibras .....	31
CAPITULO III .....	34
3.1. Materiales en general .....	35
3.1.1. Materiales laboratorio .....	35
3.1.2. Reactivos.....	35
3.1.3. Equipos .....	35
3.1.4. Otros.....	36
3.2. Métodos.....	36
3.2.1. Método analítico .....	36
3.2.2 Método experimental .....	36
3.3. Factores de estudio .....	37
3.4 Diseño experimental.....	38
3.5 Características del experimento .....	41
3.6. Manejo del experimento .....	43
3.7. Localización del experimento .....	44
3.6.1. Ubicación geográfica .....	44
CAPITULO IV .....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
CAPITULO V .....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
CAPITULO VI .....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	59
6.1. Literatura citada.....	60
CAPITULO VI .....	63
ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b>	Composición química de la yuca y sus productos.....	<b>9</b>
<b>TABLA 2:</b>	Digestibilidad, energía digestible y energía metabolizable de la yuca.....	<b>10</b>
<b>TABLA 3:</b>	Productos crudos deshidratados y precocidos que requieren cocción, como hojuelas, harinas, otros similares .....	<b>20</b>
<b>TABLA 4:</b>	Propiedades eléctricas de los plásticos de baja densidad...	<b>30</b>
<b>TABLA 5:</b>	Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad....	<b>30</b>
<b>TABLA 6:</b>	Propiedades físicas del polietileno de baja densidad.....	<b>30</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1:</b>	Técnica de conservación para masa precocida de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ).....	<b>37</b>
<b>CUADRO 2:</b>	Combinación de los tratamientos propuestos para “Técnica de conservación para masa precocida de yuca”.....	<b>39</b>
<b>CUADRO 3:</b>	Análisis de Varianza para las variables Físico-Químicas.....	<b>40</b>
<b>CUADRO 4:</b>	Efecto simples entre la masa y las variables en el estudio para el diseño de la “Técnica de conservación para masa precocida de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ).....	<b>47</b>
<b>CUADRO 5:</b>	Combinación de los tratamientos propuestos para “Técnica de conservación para masa precocida de yuca”.....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO 1

<b>CUADRO 1:</b>	Análisis de varianza del pH en masa precocida de yuca.....	<b>64</b>
<b>CUADRO 1.1:</b>	Interacción del pH con la masa, vacío y temperatura.....	<b>64</b>
<b>CUADRO 2:</b>	Análisis de varianza de la acidez en masa precocida de yuca.....	<b>65</b>
<b>CUADRO 2.1:</b>	Interacción de la acidez con la masa, vacío y temperatura..	<b>65</b>
<b>CUADRO 3:</b>	Análisis de varianza de la humedad en masa precocida de yuca.....	<b>66</b>
<b>CUADRO 3.1:</b>	Interacción de la humedad con la masa, vacío y temperatura.....	<b>66</b>
<b>CUADRO 4:</b>	Análisis de varianza de la energía en masa precocida de yuca.....	<b>67</b>
<b>CUADRO 4.1:</b>	Interacción de la energía con la masa, vacío y temperatura.....	<b>67</b>
<b>CUADRO 5:</b>	Análisis de varianza de fibra en masa precocida de yuca....	<b>68</b>
<b>CUADRO 5.1:</b>	Interacción de la fibra con la masa, vacío y temperatura.....	<b>68</b>
<b>CUADRO 6:</b>	Análisis de varianza de coliformes totales en masa precocida de yuca.....	<b>69</b>
<b>CUADRO 6.1:</b>	Interacción de los coliformes con la masa, vacío y temperatura.....	<b>69</b>
<b>CUADRO 7:</b>	Análisis de varianza de aerobios totales en masa precocida de yuca.....	<b>70</b>

<b>CUADRO 7.1:</b>	Interacción de los aerobios con la masa, vacío y temperatura.....	<b>70</b>
<b>CUADRO 8:</b>	Análisis de varianza de mohos en masa precocida de yuca.	<b>71</b>
<b>CUADRO 8.1:</b>	Interacción de los mohos con la masa, vacío y temperatura.....	<b>71</b>
<b>CUADRO 9:</b>	Análisis de varianza de levadura en masa precocida de yuca.....	<b>72</b>
<b>CUADRO 9.1:</b>	Interacción de las levaduras con la masa, vacío y temperatura.....	<b>72</b>
<b>ANEXO 2:</b>	Certificados de laboratorio .....	<b>73</b>
<b>ANEXO 3:</b>	Obtención de la masa de yuca .....	<b>75</b>
<b>ANEXO 4:</b>	FOTOS; análisis físico-químico y microbiológico.....	<b>76</b>

## RESUMEN

La presente investigación se realizó los análisis de laboratorio y fase de campo en la ciudad de Quevedo, en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se obtuvieron datos para fundamentar el diseño de la técnica de conservación para masa precocida de yuca (*Manihot esculenta*), para tal efecto se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (3x2x2), resultando 12 tratamientos y dos replicas cada uno y, por ende un total de 24 unidades experimentales. Donde cuyos objetivos fueron determinar la adecuada combinación de porcentajes de masa de yuca cruda y yuca cocinada, el porcentaje de vacío de empaçado y la temperatura de conservación, por medio de análisis bromatológicos y conteo de colonias microbianas. Consecuentemente los factores de estudio fueron: relación en porcentaje de masa que contó con tres subniveles de masa cruda-masa cocinada (60-40, 40-60, 65-35) respectivamente; porcentaje de vacío de empaçado como segundo factor de estudio y con dos subniveles, 20% y 10% y, temperatura de conservación como tercer factor de estudio con dos niveles de evaluación (-5°C y 5°C). Bajo estos antecedentes se determinó que la relación de masa en porcentajes 60-40 cruda-cocinada obtuvo los mayores valores para pH, porcentajes de; acidez, energía bruta y fibra cruda, unidades formadoras de colonia para: coliformes, aerobios, mohos y levaduras siendo sus promedios 4.78, 0.33%, 5307.69 cal, 6.58%, en UFC /g 5.76, 9.19, 0.09, 0.44 respectivamente. Mientras que para porcentaje de vacío de empaçado y temperatura de conservación no se reportaron diferencias estadísticas significativas.

## ABSTRACT

This research laboratory analyzes and field phase was conducted in the city of Quevedo, in the laboratory of Food Science, State Technical University of Quevedo, where data is obtained to inform the design of conservation technique for precooked cassava mash (*Manihot esculenta*), for this purpose used a completely randomized design (CRD) factorial (3 x 2 x 2) with resulting 12 treatments and two replicates each and therefore a total of 24 experimental units. Where the objectives were to determine the right combination of percentage of mass of raw cassava and cassava cooked, the percentage of empty packaging and storage temperature, through bromatological analysis and microbial colony counts. Consequently the study factors were: mass ratio percentage that featured three sublevels cooked - raw dough (60-40, 40-60, 65-35) respectively mass, percentage of empty packaging as a second factor of study and two sub-levels, 20% and 10%, storage temperature as a third factor study with two levels of evaluation (- 5 ° C and 8 ° C). Under this background was determined that the mass ratio in raw - cooked 60-40 percentage scored higher pH values, percentage, acidity, gross energy and crude fiber, colony forming units for coliforms, aerobics, molds and  $\mu$ cure being their averages 4.78, 0.33%, 5307.69 lime, 6.58% in CFU / g 5.76, 9.19, 0.09, 0.44 respectively. While for percentage of empty packaging and storage temperature not reported statistically significant differences.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

La yuca ha sido cultivada en Sudamérica desde mucho antes de la Colonia; se cree originaria de Brasil. Tailandia es el principal exportador de yuca a nivel mundial pues representa el 64% de las exportaciones mundiales del tubérculo. Vietnam, Costa Rica, Holanda e Indonesia, en conjunto el 31% del total. El Ecuador es el octavo exportador mundial de yuca en el período 2004-2008, con una participación menor al 1%, cultivándose principalmente en las llanuras tropicales, pero los cultivos están localizados en todas las provincias del país, inclusive en Galápagos (CORPEI, 2009).

Estimaciones estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería indican que la superficie cosechada de esta raíz se ha mantenido en los últimos ocho años por encima de las 20000 ha, con rendimientos variables de acuerdo a la región, sobresaliendo la Costa, la cual representa el 37,0% del área sembrada en el país, mientras que las zonas bajas de las provincias de la Sierra registran el 31,2%, el Oriente 31,4% y Galápagos 0,4%. Referencias históricas y actuales señalan a la provincia de Manabí como la predominante en el cultivo de la yuca, (IICA, 2010).

A partir de 1992 la producción de yuca comienza a crecer como consecuencia del aumento de la diversidad de usos ya que no solo va dirigido al pequeño consumidor, sino también a fabricas que requieren este producto y de sus derivados (harina de yuca, almidón de yuca etc.) (Rivas Jimenez, Proyecto de exportación de yuca producida y procesada en el canton Bolivar Provincia de Manabí., 2002).

El cultivo de yuca es altamente extractor de nutrientes del suelo y su uso ha sido enfocado principalmente a la producción de raíz; como fuente de almidón y como fuente de alimentación humana. En cuanto a los problemas inherentes del tubérculo, según (H. CoCk, La yuca, nuevo potencial para un cultivo

tradicional., 1989)El manejo de la yuca después de cosechada de deben a que la raíz es un producto sumamente perecedero.

El disponer de una técnica de conservación para una masa precocida de yuca, sería lo adecuado, ya que, según (Centro Internacional de la Papa, 1992) “El proceso de transformación de la yuca fresca en yuca seca se realiza a escala semi-industrial, mientras que la utilización de la yuca seca para la preparación de alimentos procesados se realiza a nivel industrial”.

El obtener una masa precocida de yuca y conservada mediante empaque y aplicación de frío, tiene como importancia en articular un proceso limpio y libre de conservantes químicos artificiales, para el cual, se desconocía una serie de factores tales como; relación del porcentaje de las masas de yuca cruda y cocinada, niveles de temperatura frías de conservación y, el porcentaje de vacío en el empaque de masa en polietileno de baja densidad.

Según (Barreiro, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2010) Además de evitar las mermas, el empaque es fundamental para prevenir cambios de tipo bioquímico en los alimentos derivados de la presencia de oxígeno del aire como oxidaciones diversas y reacciones de rancidez, además de evitar la contaminación microbiológica de éste y daños de tipo físico durante el almacenamiento y manejo.

Según (FAO, 2013) “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”. En esta investigación, se trató este principio para conservar una masa precocida de yuca a través del manejo en frío, empaque y libre de conservantes artificiales.

Debido a que existen muchos métodos para la conservación de la yuca pero estos a su vez no están disponibles para todos los hogares o bien son de difícil aplicación, se argumenta para este trabajo el emplear empaques accesibles y de bajo costo y la aplicación de bajas temperaturas siendo estas conseguidas por medio de las neveras, electrodoméstico presente en el común de los hogares.

En relación a las técnicas de conservación de alimento, su importancia radica en las diferencias que existe entre las densidades poblacionales y diferencias de clima, lo que hace que habrá siempre en la Tierra zonas en la que determinados alimentos se produzcan o consuman preferentemente, por lo que la industria de cuidarse de que, incluso los alimentos fácilmente descomponibles, puedan transportarse a grandes distancias sin disminución de su calidad.

Este estudio acerca de una técnica de conservación de una masa precocida de yuca para el consumo humano, cumple con los delineamientos en cuanto a seguridad alimentaria ya que facilita de manera directa un alimento inocuo, nutritivo, económico y de fácil acceso.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 General

Diseñar una técnica de conservación para masa precocidad de yuca (Manihot esculenta) en el cantón Quevedo.

### 1.2.2 Específicos

- Determinar la relación en porcentajes, de yuca cocida y cruda (60 -40), (40 - 60) y (65 - 35).
- Evaluar dos porcentajes de vacío de empaçado (20% y 10%), en el empaque de masa de yuca, en polietileno baja densidad.
- Evaluar dos niveles de temperatura de conservación (congelación – 5°C y refrigeración 5°C) en la masa precocida de yuca.
- Realizar análisis físico-químico y microbiológico al producto terminado.

## 1.3. Hipótesis

- **ha.** La masa precocida de yuca con diseño de una técnica de conservación, reúne los parámetros técnicos del consumo humano.
- **ho.** La masa precocida de yuca con diseño de una técnica de conservación, no reúne los parámetros técnicos del consumo humano.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Fundamentación Teórica**

### **2.1.1. Manihot esculenta (Yuca)**

La yuca, raíz cultivada centurias antes del descubrimiento de América ha sido la planta que ha adquirido mayor importancia en los trópicos y ha recibido atención por genetistas y agrónomos que han convertido a esta planta en una de las capaces de producir mayores volúmenes por hectárea de alimentos feculentos.

### **2.1.2. Origen y dispersión**

Las especies de Manihot, cerca de un centenar, se extienden desde Arizona hasta la cuenca del Plata. Hay dos áreas de concentración de especies: una en México y otra en el noreste de Brasil; las especies taxonómicamente más afines a M. esculenta se encuentran en la segunda.

Como no se ha encontrado poblaciones silvestres de yuca, y la evidencia arqueológica e histórica es sumamente escasa, no puede definirse si hubo uno o más centros de domesticación ni su posible localización. Se ha sugerido la cuenca del Paraná y el Noreste de Brasil como áreas originales de domesticación. La cuenca Orinoco-Amazonas es la más rica en cultivares y donde los usos son más variados, con el consiguiente desarrollo de técnicas e instrumentos para preparar las raíces como alimento. Las pruebas arqueológicas son muy pobres en esa área; en Colombia y Venezuela se ha encontrado utensilios de piedra, de hace unos 3000 a 7000 años, que se supone eran usados en la preparación de las raíces. (León , Botánica de los cultivos tropicales, 2000)

### **2.1.3. Botánica**

#### **2.1.3.1. Taxonomía**

El género *Manihot* posee alrededor de 180 especies. Estudios de Rogers y Appan, encontraron tres grupos de especies que tienen gran afinidad morfológica a la especie cultivada.

Estos grupos de especies, cada uno de ellos con varios representantes, se encuentran en México y América Central, en las Guayanas y en Brasil, Paraguay y Argentina. Las especies de México y América Central son: *Manihotaesculifolia* y *Manihotrubicaulis*. Entre las especies de Guayana está *Manihotsaxicola*. Las especies afines de Brasil, Paraguay y Argentina son: *Manihotpalmata*, *Manihotpedicellaris*, *Manihotleptopoda*, *Manihothemitrichandra*, *Manihotferruginea*, *Manihottubuliflora* y *Manihotzehntneri*, *Manihottweediana*, *Maniltotenneaphylla* y *Manihotlobata*. *Manihotesculenta* y sus especies afines son todos arbustos de regiones tropicales bajas.

Con respecto a la distinción de dos especies que se encuentran en algunos trabajos antiguos, entre yuca dulce y yuca amarga, no es valedera, ya que el contenido en el glucósido linamarina que genera ácido cianhídrico que las distingue es muy variable y depende en parte de las condiciones ecológicas del cultivo. (Montaldo, 1977)

#### **2.1.3.2. Morfología.**

Es un arbusto que puede llegar a 4 ó 5 m de altura, pero entre los tipos cultivados no pasa de 2 a 3 m. Su tallo se ramifica a una altura variable, según las variedades y las condiciones ecológicas; dan generalmente tres ramificaciones secundarias y a veces terciarias. Las hojas son lobuladas de color desde el verde hasta el rojizo, color que se acentúa en estos casos, en el

peciolo. Las raíces tuberosas se agrupan en número variable y tienen, por lo general, una dirección de crecimiento oblicua. Estas raíces tienen de 20 a 40 cm de largo por 5 a 8 de diámetro; sin embargo, pueden producirse raíces hasta de 2 metros y 20 a 30 cm de diámetro. Las raíces no reservantes son fibrosas y nacen de los cortes de las estacas y al nivel de los entrenudos alcanzando profundidades de 0,50 a 1 m. (Montaldo, 1977)

#### 2.1.4. Valor nutricional

En el siguiente cuadro se cita la composición química de la yuca amarga y dulce:

**Tabla 1.** Composición química de la yuca y sus productos

<b>Producto</b>	<b>Materia seca %</b>	<b>Proteína cruda %</b>	<b>Extracto etéreo %</b>	<b>Fibra cruda %</b>	<b>Extracto sin N %</b>	<b>Cenizas %</b>
<b>Yuca amarga</b>						
Raíz con cáscara	31,94	2,71	0,53	3,00	91,91	2,66
Raíz sin cáscara	28,50	2,54	0,46	0,43	94,12	2,41
Cáscara	27,94	5,29	1,18	20,97	66,63	5,93
<b>Yuca dulce</b>						
Raíz con cáscara	31,94	2,98	0,65	1,95	92,13	2,89
Cáscara	28,50	1,66	0,65	1,60	90,86	5,23
Hojas de yuca	25,60	14,69	0,39	15,63	45,22	16,07
Harina de yuca	86,27	1,20	0,38	2,31	96,00	2,06

**Fuente:** (Monge Calvo , 2005)

Otra información relevante para el uso de la yuca en programas de alimentación es la digestibilidad, energía comestible y energía metabolizable que se cita en el siguiente cuadro:

**Tabla 2.** Digestibilidad, energía digestible y energía metabolizable de la yuca

<b>Criterio</b>	<b>Coeficiente</b>
<b>Digestibilidad de nutrientes</b>	93,3
Materia seca (%)	40,5
Proteína cruda (%)	51,7
Extracto libre de nitrógeno	48,3
Total de nutrientes digestibles (%)	92,5
<b>Energía</b>	
Energía digestible Kcal/kg	3759,00
Energía metabolizable Kcal/kg	3640,00
Energía metabolizable ajustada Kcal/kg	3496,00

**Fuente:** (Monge Calvo , 2005)

### **2.1.5. Toxicidad**

El ácido cianhídrico (CNH) o ácido prúsico es un factor tóxico que se encuentra en las raíces y las hojas de la yuca. El ácido cianhídrico no existe como tal en las plantas sanas. El CNH es formado usualmente por la reacción química de dos sustancias, un glucósido y una enzima que contiene la planta. Algunas variedades producen mayor cantidad de CNH que otras. La selección de variedades de baja producción de CNH y métodos de procesamiento son los más aceptables para reducir este factor tóxico. Varios métodos de procesamiento pueden utilizarse para reducir la toxicidad del CNH. (Romanoff & Rodríguez, 1986)

La toxicidad de la yuca se reduce mucho pelándola, lavándola en agua corriente para remover el cianógeno, y luego cocinándola y/o fermentándola para desactivar las enzimas y para volatilizar el cianuro. En regiones como

África donde la yuca es un alimento básico, se debe tener cuidado en su preparación para consumo humano. ( Cancelado, 2004)

## **2.2. Harina de yuca comestible.**

Por no existir estudios sobre masa precocida de yuca se tomó como referencia los conceptos y parámetros de calidad para harina de yuca comestible.

La yuca comestible (*Manihot esculenta Crantz*) es el producto que se obtiene de las hojuelas o pasta de yuca con un proceso de pulverización y molienda, seguido del cernido para separar la fibra de la harina. En el caso de la harina de yuca comestible preparada con la yuca amarga (*Manihot utilissima Pohl*), se efectuará la detoxificación remojando los tubérculos en agua por varios días antes de dejarlos secar en forma de tubérculo entero molido (pasta) o de trozos pequeños. (Codex Alimentarius, 2007)

### **2.2.1. Composición esencial y factores de calidad**

#### **a) Factores de calidad generales.**

- La harina de yuca comestible deberá ser inocua y apropiada para el consumo.
- La harina de yuca comestible deberá estar exenta de insectos vivos.
- La harina de yuca comestible deberá estar exenta de animal, incluidos insectos muertos) en cantidades que para la salud humana.

#### **b) Higiene.**

- Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

- Deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud.
- No deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

c) **Envase.**

- Deberá envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.
- Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan.
- No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables. (Codex Alimentarius, 2007)

## 2.3. Microbiológico

Los microorganismos, clasificados en tres grandes grupos: *bacterias*, *levaduras* y *mohos*, pueden deteriorar los alimentos de dos formas fundamentales, la primera en forma *saprophytica*, simplemente deteriorándolos al crecer en ellos, alterando sus propiedades organolépticas como color, olor, textura, sabor y apariencia, y la segunda contaminándolos o produciendo toxinas en forma tal que puedan originar problemas a la salud pública mediante enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). Los microorganismos no siempre son dañinos y muchas veces son utilizados para la fabricación y conservación de alimentos como en el caso de las fermentaciones para la elaboración de productos de panificación, quesos, vinos, cerveza, alcoholes, repollo ácido, pepinos y otros productos fermentados, así como en fermentaciones industriales diversas. (Barreiro & Sandoval, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2006)

### **2.3.1. Bacterias mesofílicas aerobias en alimentos**

Representan el total de bacterias presentes en el producto capaces de desarrollarse a temperaturas medias y en presencia de oxígeno, incluyendo gérmenes patógenos y no patógenos. Una microflora total elevada indica el comienzo de un inmediato proceso de alteración, aunque no exista relación entre la cantidad total y la aparición perceptible de tal alteración, pues depende de la proporción de microorganismos específicos comprendidos en el recuento. En otro caso, su presencia masiva es indicativa de materia prima contaminada, condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante el almacenamiento, tratamiento térmico defectuoso, condiciones de elaboración poco higiénicas, deficiencias en frecuencia o eficacia de los métodos de limpieza y desinfección. (Calaveras, 2004)

La determinación de bacterias aerobias ha sido empleada como índice microbiano de calidad de los alimentos. Sin embargo, esto no es válido para ciertos alimentos, como quesos y algunos embutidos, en donde por procesos de fermentación y maduración dan lugar a un gran número de bacterias. (Olivas & Alarcón, 2004)

### **2.3.2. Mohos y levaduras**

Comúnmente se da el nombre de moho a ciertos hongos multicelulares filamentosos, dotados de un micelio verdadero, microscópicos, y cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Pertenecen a grupos taxonómicos muy diversos y, si bien se pueden observar a simple vista, no obstante producen estructuras diminutas, reproductoras y vegetativas, que no es posible estudiar sin la ayuda del microscopio.

Las levaduras son hongos que crecen generalmente en forma de agregados sueltos de células independientes, que pueden ser globosas, ovoides,

piriformes, alargadas o casi cilíndricas. En algunos casos, forman cadenas de células alargadas, adheridas de modo suelto, semejantes a un micelio, por lo que se las denomina pseudomicelio. Las levaduras, cuando crecen sobre medios sólidos, forman colonias de aspecto característico que recuerdan a las colonias bacterianas. En casi todas las especies de interés industrial, el modo habitual de reproducción vegetativa es por gemación. Muchas de ellas presentan reproducción sexual por medio de ascosporas y, a diferencia de los mohos, las levaduras no pueden identificarse solamente por sus caracteres morfológicos, se precisa la ayuda de pruebas bioquímicas para la identificación específica. (Pascual & Calderón, 2000)

### **2.3.3. Coliformes**

Los coliformes totales y fecales son uno de los indicadores de calidad más comunes. La presencia de coliformes fecales es un excelente indicador de las condiciones en las que se ha manipulado el producto. Existe una relación directa entre su presencia y una contaminación de origen fecal directa (personal manipulando el alimento) o indirecta (a través del agua y/o del entorno). La *Escherichia Coli* forma parte de los coliformes fecales patógenos. La presencia de coliformes totales en gran cantidad está asociada a unas malas condiciones de manipulación o de preparación de la comida, o a la utilización de agua con una calidad bacteriológica dudosa. (Prudhon, 2002)

### **2.3.4. Factores que afectan el crecimiento microbiano**

Los factores que afectan el crecimiento y desarrollo de los microorganismos, así como los que inciden en su inactivación o destrucción, se pueden resumir mediante el recurso nemotécnico de la palabra TOMATA, para recordar las primeras letras de: temperatura, oxígeno, medio de cultivo, acidez y pH, tiempo y actividad de agua. (Barreiro, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2010)

### **2.3.4.1. Temperatura**

Los microorganismos presentan una temperatura óptima para su crecimiento, a la cual presentan su mayor desarrollo. Igualmente presentan una temperatura máxima, por arriba de la cual no crecen y una temperatura mínima, por debajo de la cual tampoco se reproducen. A medida que la temperatura se aleja del máximo u óptimo la tasa de crecimiento decrece. Si la temperatura aumenta por encima del máximo la tasa decrece y cuando se llega a un nivel suficientemente alto se detiene y el microorganismo llega a ser inactivado por efecto del calor.

Cuando la temperatura desciende la tasa de crecimiento también disminuye, hasta que se alcanza la temperatura mínima de crecimiento, en la cual éste se detiene. Por debajo de la temperatura mínima de crecimiento los microorganismos no se reproducen, pero sufren un efecto letal muy lento mediante el cual el número decrece paulatinamente, pero sin llegar a ser la inactivación total, quedando por consiguiente siempre microorganismos viables, aunque en menor cantidad.. (Barreiro, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2010)

Dependiendo del nivel óptimo de temperatura para su crecimiento los microorganismos se clasifican en: termófilos, mesófilos y psicrófilos. Los microorganismos termófilos, como su nombre lo indica, presentan su óptimo de crecimiento a temperaturas relativamente elevadas, normalmente en el rango entre 45 y 55°C, pudiendo algunos incluso crecer a temperaturas de hasta 70 °C. Los microorganismos mesófilos tienen temperaturas óptimas de crecimiento intermedias, normalmente entre 20 y 45°C: debido a que la temperatura del cuerpo humano (37 °C) se encuentra en este rango, la mayoría de los microorganismos patógenos al hombre pertenecen a esta categoría.

Los microorganismos psicrófilos o criolíticos crecen bien a bajas temperaturas, normalmente entre 10 y 20 °C, pudiendo algunos crecer incluso a temperaturas

de hasta -10 °C. El término psicrótrofo se emplea para describir a aquellos microorganismos que, aun cuando son esencialmente mesofílicos en cuanto a su óptimo de crecimiento, pueden crecer a bajas temperaturas. En términos generales, al descender la temperatura la tasa de crecimiento de los microorganismos tiende a disminuir, como se indicó con anterioridad. (Barreiro, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2010)

#### **2.3.4.2. Oxígeno**

Los microorganismos, requieren el oxígeno para llevar a cabo sus procesos metabólicos y por ende su crecimiento. En cuanto a sus requerimientos de oxígeno, los microorganismos se clasifican en **aerobios**, anaerobios y anaerobios facultativos. Los microorganismos aerobios necesitan el oxígeno presente en el aire para su crecimiento; en este grupo se incluyen prácticamente todos los mohos y la mayoría de las levaduras y bacterias. (Barreiro & Sandoval, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2006)

Los microorganismos anaerobios no requieren del oxígeno del aire para su crecimiento, debiéndolo tomar de otros compuestos mediante sus procesos metabólicos; a este grupo pertenecen algunas bacterias. Al grupo de los anaerobios facultativos pertenecen aquellos microorganismos que pueden comportarse tanto en forma aeróbica como anaeróbica, dependiendo del ambiente que los rodee, como algunas bacterias y levaduras. Adicionalmente existe un pequeño grupo de microorganismos denominados microaerófilos, que pueden crecer bajo tensiones de oxígeno sumamente bajas.

Si en un momento se coloca en un recipiente hermético y a éste se le remueve el aire, ya sea creándole vacío o haciendo inerte la atmósfera con un gas como nitrógeno o dióxido de carbono, se puede controlar el crecimiento de los microorganismos aerobios, los cuales no pueden crecer por la falta de oxígeno en dicha atmósfera. Debido a que los microorganismos aerobios representan a

la mayoría de los microorganismos, las técnicas de conservación a utilizarse cuando se emplea este procedimiento deben centrarse en la inactivación o control de los microorganismos anaerobios y facultativos, que todavía pueden crecer en estas condiciones. Los productos refrigerados con empaque al vacío utilizan esta técnica de conservación en conjunción con las bajas temperaturas.

#### **2.3.4.3. Acidez**

La acidez en los alimentos se deriva básicamente de los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudiesen estar presentes. Sin embargo, el factor de importancia en el crecimiento de los microorganismos es el pH y no la acidez. En este sentido es conveniente hacer una distinción entre ambos.

La acidez está asociada con los grupos carboxílicos e hidrogeniones presentes y normalmente se determina mediante titulación con un álcali fuerte como NaOH, hasta el viraje de un indicador como fenolftaleína o electrométricamente con un potenciómetro. Entre los ácidos más frecuentes en los alimentos que proporcionan acidez están los ácidos cítrico, láctico, málico y tartárico. El pH, en cambio, mide la presencia de hidrogeniones  $\text{pH} = -\log$ . Los ácidos fuertes como el HCl o el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se encuentran totalmente disociados en solución, por consiguiente un mol de ácido genera un mol de hidrogeniones. Teniendo un efecto severo en el pH. Los ácidos mayoritariamente presentes en los alimentos, por ser ácidos débiles, están parcialmente disociados, por consiguiente un mol de uno de estos ácidos, por ejemplo, ácido láctico, no genera en medio acuoso un mol de hidrogeniones (H<sup>+</sup>). Sino una fracción, dependiente del grado de disociación. De esta forma, los ácidos débiles contribuyen a la acidez pero afectan poco el pH.

La mayoría de los alimentos presentan niveles de pH en un rango entre 2 y 7. Los microorganismos presentan pH óptimos, máximos (generalmente en la región alcalina que no es de uso práctico en los alimentos) y mínimos de crecimiento, por debajo de los cuales no se desarrollan, aunque pueden quedar

viables. (Barreiro & Sandoval, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2006)

#### **2.3.4.4. Potencial de hidrógeno (pH)**

Uno de los factores de mayor importancia que nos define el tipo de proceso requerido para un alimento es su pH ya que la resistencia térmica de las esporas está íntimamente ligada con la acidez del medio en que se desarrollan. Existen varias clasificaciones de los alimentos con respecto a su acidez, por ejemplo Cameron y Esty, 1940, sugieren:

Alimentos de baja acidez	pH 5.0 o más
Alimentos ácidos	pH 5.0 a 4.5
Alimentos de mediana acidez	pH 4.5 a 3.7
Alimentos de alta acidez	pH 3.70 menor

Desde un punto de vista práctico se pueden reconocer tres clases de alimentos:

Alimentos de baja acidez	pH > 4.5
Alimentos ácidos	pH 4.0 a 4.5
Alimentos de alta acidez	pH < 4.0

Los alimentos que tienen pH inferior a 4.5 basta con someterlos a proceso de pasteurización como método de conservación y los alimentos con pH superiores a 4.5 requieren de un proceso más severo como la esterilización comercial. Para los alimentos de baja acidez se ha establecido generalmente la temperatura de 121 °C (250 °F) como temperatura de referencia y el valor de

esterilización denominado (Fo) nos indica el valor equivalente del proceso térmico expresado en minutos a 121 °C (250 °F). (Grupo Noriega, 2004)

### **2.3.5. Calidad microbiana en alimentos**

El criterio microbiológico para un alimento define la aceptabilidad de un proceso, producto o lote de alimento basada en la ausencia o presencia, o cantidad de microorganismos, y/o cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote.

Por lo general, los criterios microbiológicos pueden ser aplicados por los organismos de reglamentación y/o los empresarios del sector alimentario para definir la distinción entre la aceptabilidad y la inaceptabilidad de materias primas, ingredientes, productos, lotes o elaboraciones. (FAO, 2014)

#### **2.3.5.1. Rangos permisibles de carga microbiana en alimentos**

Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados aptos para el consumo humano: (Ministerio de salud de Perú, 2003)

**Tabla 3.** Productos crudos deshidratados y precocidos que requieren cocción, como hojuelas, harinas, otros similares.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Mohos	5	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Levaduras	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>

**Fuente.** (Ministerio de salud de Perú, 2003)

## 2.4. Métodos de conservación físico por temperatura

### 2.4.1. Reducción de temperatura

Se estima que las tecnologías de refrigeración y congelamiento de alimentos son muy eficaces por ser tecnología limpia y por preservar significativamente la calidad sensorial y nutricional de los alimentos, además de poderse realizar con costes asumibles comercialmente.

También, se debe de agregar que los consumidores cada vez son más susceptibles en aspectos de contaminación. Por tal razón los procesos que incluyen tratamientos químicos experimentan bajo crecimiento ante el auge de los tratamientos físicos que se ven muy beneficiados, no sería extraño que en futuro cercano sea más exigible el uso de tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente. (Umaña Cerros, 2010).

#### 2.4.1.1. Refrigeración

La refrigeración consiste en la conservación de los productos a bajas temperaturas, pero por encima de su temperatura de congelación. De manera general, la refrigeración se enmarca entre -1° C y 8° C. De esta forma se

consigue que el valor nutricional y las características organolépticas casi no se diferencien de las de los productos al inicio de su almacenaje. Es por esta razón que los productos frescos refrigerados son considerados por los consumidores como alimentos saludables.

La refrigeración evita el crecimiento de los microorganismos termófilos que crecen a una temperatura arriba 45°C como Bacillus y Clostridium además de algunas algas y hongos y de muchos mesófilos que crecen en temperaturas de entre -5 a -7 °C como bacterias.

Sin embargo, lograr un buen producto congelado depende de la temperatura y las otras condiciones de almacenaje. La vida útil de los vegetales refrigerados depende de la variedad, la parte almacenada, las condiciones de su recolección y la temperatura durante su transporte, entre otras. Para los alimentos procesados depende del tipo de alimento, intensidad del procesamiento recibido (fundamentalmente sobre los microorganismos y enzimas), higiene en la elaboración, el envasado y el envase, entre otros. (Umaña Cerros, 2010).

En el caso de las frutas, como producto vegetal vivo, su velocidad de respiración varía con la temperatura, o sea a mayor temperatura mayor respiración y viceversa; en las frutas de patrón climatérico se produce durante su almacenamiento un incremento brusco de su actividad respiratoria. Entre estas frutas se cuentan el aguacate, el mango y la papaya. Las frutas de patrón no climatérico no presentan el anterior comportamiento, encontrándose entre ellas la naranja, la toronja y la piña. La respiración de los vegetales es similar a la de las frutas de patrón no climatérico.

Independientemente del tipo de alimento la refrigeración puede aplicarse solo o en combinación con otras técnicas, tales como la irradiación, las atmósferas modificadas y controladas o el envasado en atmósferas modificadas, entre otras. La refrigeración encuentra gran aplicación en la elaboración de comidas

preparadas en los que se aplican los sistemas de cocción-enfriamiento. (Umaña Cerros, 2010).

#### **a) Tiempo de refrigeración**

La determinación del tiempo de refrigeración constituye un elemento de importancia práctica, ya que permite conocer el tiempo necesario para que un producto alcance una temperatura dada en su centro térmico partiendo de una temperatura inicial, una temperatura del medio de enfriamiento, configuración geométrica, tipo de envase, entre otros. Este resultado puede emplearse en el cálculo de la carga por productos correspondiente a la carga térmica. Para el trabajo práctico existen tablas y figuras las que de manera rápida y sencilla permiten determinar el tiempo de enfriamiento de determinados productos en condiciones específicas. Con tales determinaciones se facilita la operación de enfriamiento o congelación de cargas de productos a condiciones establecidas. (Umaña Cerros, 2010)

#### **b) Congelación de cocinados y precocinados**

Los platos cocinados y precocinados se definen como los productos obtenidos por mezcla de alimentos de origen animal y/o vegetal, sometidos a una preparación culinaria completa, envasados y conservados de forma adecuada hasta su llegada al consumidor, que los puede ingerir tras un simple calentamiento o tras un sencillo tratamiento doméstico adicional. (A. Madrid, 2003).

La congelación de los platos cocinados y precocinados, se da cuando los platos cocinados o precocinados son sometidos a la acción de temperaturas de hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ . De forma que sus componentes líquidos o pastosos, pasan al estado sólido. Con este sistema se puede asegurar un periodo de conservación para los productos de 1 mes a 6 meses. La actividad microbiana se detiene casi totalmente. (A. Madrid, 2003).

### **c) Temperatura inicial de congelación**

Durante la congelación del agua en un alimento, inicialmente sólo aparecen cristales de hielo puro; esto ocurre a la temperatura de inicio de la congelación. A medida que prosigue la congelación llega un momento en el que ya comienzan a formarse cristales de soluto +agua con cierta concentración llamada eutéctica, asociada a la temperatura eutéctica ya mencionada, que es característica del alimento. Los puntos o temperaturas eutécticas pueden ser varias, según la complejidad de la composición del alimento. (Orrego Alzate, 2003)

## **2.5. Empaque de alimentos**

### **2.5.1. Transpiración, pérdidas de peso y requerimientos de empaque**

Durante los procesos de conservación de los alimentos por bajas temperaturas suelen ocurrir mermas o pérdidas de peso en estos, las cuales se traducen en pérdidas económicas y de calidad.

La velocidad de deshidratación superficial y, por consiguiente la pérdida de peso dependen de diversos factores, tales como la naturaleza del alimento, el tipo de empaque que se utilice, la velocidad superficial del aire sobre este, el modo de almacenar el producto dentro del almacén frío, su forma, composición y geometría, la humedad relativa ambiental en el almacén frío y las temperaturas en el ambiente refrigerado y evaporador del sistema de refrigeración.

El empaque del alimento es un factor primordial para prevenir la deshidratación de este y las pérdidas de peso. En este sentido debe recordarse que los laminados de aluminio y los envases plásticos termofijos y de metal son una barrera muy efectiva a la transferencia de masa: sin embargo, los laminados

plásticos, como el polietileno o de papel, son permeables a ciertos gases como el vapor de agua, dependiendo su permeabilidad los diversos factores, tales como su espesor la temperatura y la diferencia de presiones parciales del gas en cuestión en ambas caras del laminado.

Además de evitar las mermas, el empaque es fundamental para prevenir cambios de tipo bioquímico en los alimentos derivados de la presencia del oxígeno del aire, como oxidaciones diversas y reacciones de rancidez, además de evitar la contaminación microbiológica de este y daños de tipo físico durante el almacenamiento y manejo.

En la actualidad los empaques más utilizados para los alimentos conservados por bajas temperaturas son los fabricados con base en papel, cartón corrugado (envases maestros), cartón plastificado, laminados de aluminio y plástico, así como envases metálicos. (Barreiro, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., 2010)

## **2.5.2. Polietileno**

### **2.5.2.1. Alta densidad**

La obtención del HDPE (polietileno de alta densidad) se hace mediante un proceso de polimerización Ziegler-Natta, que es un proceso de polimerización catalítica (catalizador de Ziegler-Natta). Hay tres procesos comerciales importantes usados en la polimerización del HDPE: los procesos en disolución, en suspensión y en fase gaseosa. (Mariano, Tecnología de los plásticos, 2011)

Los catalizadores usados en la fabricación del HDPE, por lo general, son o del tipo óxido de un metal de transición o del tipo Ziegler - Natta. En este proceso se utiliza un solvente el cual disuelve al monómero, al polímero y al iniciador de la polimerización. Al diluir el monómero con el solvente se reduce la velocidad de polimerización y el calor liberado por la reacción de polimerización es absorbido por el disolvente. Generalmente se puede utilizar benceno o

clorobenceno como solventes. En la polimerización en masa se polimeriza sólo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido. Esta es una polimerización directa de monómeros en un polímero, en una reacción en la cual el polímero permanece soluble en su propio monómero. Adicionalmente, con los catalizadores de Phillips (trióxido de cromo), se produce HDPE con muy alta densidad, y de cadenas rectas.

### **a) Propiedades**

Estructura Química: El análisis del polietileno (C, 85.7%; H, 14.3%) corresponde a la fórmula empírica  $(CH_2)_n$  resultante de la polimerización por adición del etileno.

- i. **Cristalinidad:** Es cristalino en más de un 90%
- ii. **Temperatura de transición vítrea:** Tiene 2 valores, a  $-30^{\circ}C$  y a  $-80^{\circ}C$
- iii. **Punto de fusión:**  $135^{\circ}C$  Esto le hace resistente al agua en ebullición
- iv. **Rango de temperaturas de trabajo:** Desde  $-100^{\circ}C$  hasta  $+120^{\circ}C$
- v. **Propiedades ópticas:** Debido a su alta densidad es opaco.
- vi. **Densidad:** Inferior a la del agua; valores entre 945 y 960 kg por  $m^3$
- vii. **Viscosidad:** Elevada. Índice de fluidez menor de 1g/10min, a  $190^{\circ}C$  y 16kg de tensión
- viii. **Flexibilidad:** Comparativamente, es más flexible que el polipropileno

- ix. **Resistencia Química:** Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.
  
- x. **Estabilidad Térmica:** En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290°C. Entre 290 y 350 °C, se descompone y da polímeros de peso molecular más bajo, que son normalmente termoplásticos o ceras, pero se produce poco etileno. A temperaturas superiores a 350 °C, se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno.
  
- xi. **Oxidación del polietileno:** En presencia de oxígeno, el polietileno es mucho menos estable. Se produce oxidación y degradación de las moléculas del polímero a 50 °C, y en presencia de la luz se produce una degradación incluso a las temperaturas ordinarias. La oxidación térmica del polietileno es importante en el estado fundido, porque influye sobre el comportamiento en los procesos de tratamiento, y en el estado sólido porque fija límites a ciertos usos.
  
- xii. **Efectos de la oxidación:** Los principales son variaciones en el peso molecular que se manifiestan primero por cambios en la viscosidad y, cuando son más intensos, por deterioro en la resistencia mecánica, variación en las propiedades eléctricas, cambio de color. Una oxidación intensa, especialmente a temperaturas elevadas, conduce a la degradación de la cadena y a la pérdida de productos volátiles y el producto se hace quebradizo y parecido a la cera. El proceso de la oxidación es autocatalítico; aumenta la rapidez de la oxidación a medida que aumenta la cantidad de oxígeno absorbido.
  
- xiii. **Protección frente a la oxidación térmica:** La oxidación térmica del polietileno puede reducirse o suprimirse durante algún tiempo incorporándole antioxidantes; en general, estos son los mismos tipos que se usan para el caucho, y muchos son fenoles o aminas. Al elegir el antioxidante, se prestará atención a puntos como la ausencia de color y olor y a la baja volatilidad para evitar pérdidas durante el tratamiento a temperaturas altas.

- xiv. **Oxidación catalizada por la luz solar:** Se tiene también aquí una reacción autocatalítica, como en el caso de la oxidación térmica. La foto-oxidación produce coloración, deterioro en las propiedades físicas y pérdida de resistencia mecánica, que conduce al agrietamiento y ruptura de las muestras sometidas a tensión. Es un problema más grave que la oxidación térmica, ya que la protección no se consigue con tanta facilidad. Los antioxidantes normales son de poca utilidad y la protección más satisfactoria se obtiene incorporando aproximadamente 2% de negro de humo, bien dispersado en el polímero. Conviene insistir en que el polietileno no protegido no sirve para usos en los cuales estará expuesto a la luz solar.
- xv. **Propiedades Eléctricas:** Como podía esperarse de su composición química, el polietileno tiene una conductividad eléctrica pequeña, baja permitividad, un factor de potencia bajo (9,15) y una resistencia dieléctrica elevada.

Existen en el mercado grados especiales con distribución de pesos moleculares más estrecha, que responden fuertemente al estirado y orientación y con los que se alcanzan altas tenacidades. (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

## **b) Aplicaciones**

El HDPE tiene muchas aplicaciones en la industria actual. Más de la mitad de su uso es para la fabricación de recipientes, tapas y cierres; otro gran volumen se moldea para utensilios domésticos y juguetes; un uso también importante que tiene es para tuberías y conductos. Su uso para empaquetar se ha incrementado debido a su bajo costo, flexibilidad, durabilidad, su capacidad para resistir el proceso de esterilización, y resistencia a muchas sustancias químicas. Entre otros muchos productos en los que se utiliza el HDPE, podemos nombrar botes de aceite lubricante (automoción) y para disolventes orgánicos, mangos de cutter, depósitos de gasolina, botellas de leche, bolsas

de plástico y juguetes. Para la fabricación de artículos huecos, como botellas, se usa un procedimiento parecido al de soplado del vidrio. Se usan también el moldeo por compresión y la conformación de láminas previamente formadas. (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

### **c) Ventajas - Conducciones con HDPE**

Un sistema en polietileno ofrece una cantidad importante de ventajas sobre los sistemas convencionales:

- Pérdidas de carga por fricción mínimas.
- No es atacada en ninguna forma por la corrosión.
- Ausencia de sedimentos e incrustaciones en su interior.
- Flexibilidad.
- Elasticidad.
- No mantiene deformaciones permanentes.
- Peso reducido.
- Longitudes mayores, lo cual reduce el número de uniones (menor costo). y reduce las posibilidades de fallas humanas en la instalación.
- Fácil de transportar.
- Larga vida útil.

- Menor costo de adquisición e instalación.
- Resistencia mecánica y ductilidad.
- Resistente a bacterias y químicos.

El polietileno tiene también entre sus ventajas que es un producto reciclable, esto significa que puede ser utilizado por terceros para fabricar por ejemplo estibas plásticas, sillas ornamentales, macetas plásticas, etc. (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

#### **2.5.2.2. Baja densidad**

El polietileno es probablemente el polímero que más se ve en la vida diaria. Es el plástico más popular del mundo. Éste es el polímero que hace las bolsas de almacén, los frascos de champú, los juguetes de los niños, e incluso chalecos a prueba de balas. Por ser un material tan versátil, tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales. Una molécula del polietileno no es nada más que una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono. Eso es lo que muestra esquemáticamente la figura de la parte superior de la página, pero puede representarse más fácilmente como en la figura de abajo, sólo con la cadena de átomos de carbono, de miles de átomos de longitud... (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

En ocasiones es un poco más complicado. A veces algunos de los carbonos, en lugar de tener hidrógenos unidos a ellos, tienen asociadas largas cadenas de polietileno. Esto se llama polietileno ramificado, o de baja densidad, o LDPE. Cuando no hay ramificación, se llama polietileno lineal, o HDPE. El polietileno lineal es mucho más fuerte que el polietileno ramificado, pero el polietileno ramificado es más barato y más fácil de hacer.

## a) Propiedades

**Tabla 4.** Propiedades eléctricas de los plásticos de baja densidad

<b>Propiedades eléctricas</b>	
Constante Dieléctrica 1MHz	2,2 - 2,35
Factor de Disipación a 1 MHz	1 - 10 x 10 <sup>-4</sup>
Resistencia Dieléctrica ( kV mm <sup>-1</sup> )	27
Resistividad Superficial ( Ohm/sq )	1013
Resistividad de Volumen a ^C ( Ohm•cm )	1015 – 1018

**Fuente:** (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

**Tabla 5.** Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad

<b>Propiedades Mecánicas</b>	
Alargamiento a la Rotura ( % )	400
Dureza - Rockwell	D41 - 46 - Shore
Módulo de Tracción ( GPa )	0,1 - 0,3
Resistencia a la Tracción ( MPa )	5 - 25
Resistencia al Impacto Izod ( J m <sup>-1</sup> )	>1000

**Fuente:** (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

**Tabla 6.** Propiedades físicas del polietileno de baja densidad

<b>Propiedades Físicas</b>	
Absorción de Agua - en 24 horas ( % )	<0,015
Densidad ( g cm <sup>-3</sup> )	0,92
Índice de Oxígeno Límite ( % )	17
Inflamabilidad	Si
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

**Fuente:** (Mariano, Polietileno de alta densidad, 2011)

## **2.6. Fibras**

La celulosa o fibra vegetal es un tipo especial de hidrato de carbono que no se absorbe (no pasa del intestino a la sangre), y por lo tanto el organismo no la puede utilizar como fuente de energía. Toda la que se ingiere, es expulsada con las heces. Esto determinó que hasta hace unas décadas, no se le concediera ninguna importancia fisiológica. Pero ahora comprendemos la importancia de esa fibra vegetal aparentemente inútil: Actúa como una auténtica escoba en el intestino, absorbiendo toxinas y arrastrando sustancias nocivas como los ácidos biliares precursores del colesterol, entre otras, hasta formar las heces. La celulosa o fibra vegetal se hincha con el agua, aumentando varias veces su volumen. De esta forma da consistencia a las heces, y facilita su tránsito por el colon hasta su expulsión por el recto. Cuando la dieta contiene poca celulosa por ser pobre en fruta, las heces son duras, resacas y concentradas. (Pamplona, 1998)

## **2.7. Energía bruta (EB)**

La Energía Bruta (EB) se define como la energía que desprende un alimento al ser quemado totalmente en una bomba calorimétrica. Es un parámetro "grosso" de estimación de energía, que se obtiene en forma rápida en un laboratorio equipado con el mencionado aparato y sin necesidad de efectuar estudios con animales. Sin embargo, tiene la desventaja de que no indica la disponibilidad o aprovechamiento de la energía por parte del animal que la ingiere.

En general, se estima que, en promedio, las proteínas, los carbohidratos y los lípidos liberan 5.8, 4.2 y 9.5 kcal/g, respectivamente, al ser oxidados en la bomba. (M. Brautigan, 2007)

### **2.7.1. Definiciones y equivalencias**

La unidad básica que se emplea para expresar los términos energéticos es la caloría o pequeña caloría (cal), y se define como la cantidad de calor que es necesaria para incrementar la temperatura de un gramo de agua, de 143 a 153 grados centígrados.

Una kilocaloría (abreviada como kcal), equivale a 1000 calorías. La Megacalor (Mcal), es equivalente a 1000 kilocalorías o a un millón de calorías. En el sistema métrico decimal se utiliza el joule, el kilojoule y el megajoule (J, KJ, MJ, respectivamente) como unidades energéticas. Un joule equivale a 0.239 calorías o una caloría es igual a 4.184 joules. (M. Brautigam, 2007).

## **2.8. Investigaciones relacionadas con una técnica de conservación de masa precocida de yuca**

### **2.8.1. Masa de yuca**

La pasta o masa alimenticia es un producto de consumo masivo, considerado además un alimento funcional por su bajo aporte de grasa y sodio y baja respuesta glicémica (Jenkins et al., 1987, Araya et al., 2003).

Las propiedades texturales de masas preparadas a partir de harina de yuca precocida fueron estudiadas con el fin de determinar el efecto de las condiciones de proceso en sus características físicas. El módulo de deformabilidad, la dureza, la cohesividad y la adhesividad de masas reconstituidas de harina de yuca se evaluaron utilizando un analizador de textura. Trozos de parénquima de yuca procesados a diferentes condiciones de cocción y almacenados a baja temperatura (-5 °C y -20 °C) por 24 h se emplearon para elaborar las harinas. Cuando la temperatura en el período de almacenamiento del parénquima cocinado disminuyó de -5°C a -20°C, el

módulo de deformabilidad, la dureza y la cohesividad de la masa aumentaron significativamente. Se concluye que la temperatura en el período de reposo del parénquima cocinado es el factor más importante que afecta las propiedades texturales de la masa de yuca. (Rodríguez S., 2007)

Según cita (Rodríguez S., 2007) “Si la masa de yuca reconstituida se considera como un material compuesto por gránulos de almidón que actúan como partículas de relleno en una matriz de polisacáridos, las masas con un tratamiento de cocción por 12 mn tendrían mayor cantidad de gránulos de almidón intactos que retienen su forma redondeada con poco o ningún hinchamiento comparado con las masas que tuvieron un tratamiento de cocción por 15 mn” (Eliasson, 1986).

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **3.1. Materiales en general**

### **3.1.1. Materiales laboratorio**

- Matraz Helenmeyer
- Pipetas volumétricas y aforadas
- Vasos de precipitación
- Probeta graduada
- Termómetro graduado en grados Celsius
- Varilla de agitación
- Buretas
- Papel filtro
- Alambre de cobre

### **3.1.2. Reactivos**

- Carbonato de sodio al 0,1N (Energía)
- Oxígeno
- Hidróxido de sodio al 0,1N (Acidez)
- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Peptona
- Petrifilm (Mohos y levaduras, aerobios totales y coliformes)

### **3.1.3. Equipos**

- Potenciómetro
- Determinador de fibra
- Bomba calorimétrica
- Contador de colonias

- Microscopio
- Balanza analítica
- Balanza

#### **3.1.4. Otros**

- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Materiales de oficina.
- Algodón
- Mandil
- Envases de 150 ml de capacidad

### **3.2. Métodos**

#### **3.2.1. Método analítico**

Con este método se emplearon diferentes determinaciones en las composiciones química y nutricional de la materia prima, para lo cual, se realizaron los análisis correspondiente en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

#### **3.2.2 Método experimental**

Con la aplicación de los métodos de investigación, se hace referencia en cada una de las etapas en las cuales se describen su aplicación, con la técnica de observación se seleccionó la materia prima. Posteriormente se cumplió con el proceso planteado.

El tubérculo seleccionado para este estudio fue dividido en dos porciones con la finalidad de obtener masa precocidad de yuca, se mezcló masa cruda sin almidón y masa cocinada, empacada en fundas de polietileno calculado en vacío de 20% y 10% y sometidas a temperaturas de 8°C y -5°C. Para determinar la relación idónea de masas expresada en porcentajes, los mejores parámetros de vacío en el empaque y de temperatura de conservación.

Por ser considerado producto fresco, el diseño de la técnica de conservación se consideró como indicadores de estudiadas; pH, acidez, humedad, energía, fibra y microbiológicos de todos los tratamientos.

### 3.3. Factores de estudio

Los Factores de estudios que intervinieron en esta investigación son:

**Cuadro 1:** Técnica de conservación para masa precocida de yuca (*Manihot esculenta*)

FACTOR	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
<b>M</b> <b>Masa</b>	$m_1$	Cruda 60 % –Cocinada 40%
	$m_2$	Cruda 40 % –Cocinada 60%
	$m_3$	Cruda 65 % –Cocinada 35%
<b>V</b> <b>Vacío</b>	$v_1$	20 %
	$v_2$	10 %
<b>T</b> <b>Temperatura</b>	$t_1$	-5 °C
	$t_2$	8 °C

**Fuente:** Estupiñan. 2013

### 3.4 Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar con arreglo de tres factores el primer factor fue: masa cruda-cocida (60-40, 40-60, 65-35), segundo factor; vacío de empaado (20% - 10%), tercer factor; temperatura (-5°C y 5°C), como unidad experimental se tomaron 50g de masa. Cada tratamiento estuvo conformado por dos repeticiones.

Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se empleará la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Las respuestas experimentales pueden explicarse por el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk1} = u + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijk1}$$

Resultando un total de; 12 tratamientos, 2 repeticiones, y 24 unidades experimentales.

**Cuadro 2.** Combinación de los tratamientos propuestos para “Técnica de conservación para masa precocida de yuca”.

<b>Arreglo de tratamientos</b>		
<b>Nº</b>	<b>Simbología</b>	<b>Detalles</b>
1	$m_1v_1t_1$	%masa 40-60 / vacío 20% / temperatura -5°C /
2	$m_1v_1t_2$	%masa 40-60 / vacío 20% / temperatura 5°C /
3	$m_1v_2t_1$	%masa 40-60 / vacío 10% / temperatura -5°C /
4	$m_1v_2t_2$	%masa 40-60 / vacío 10% / temperatura 5°C /
5	$m_2v_1t_1$	%masa 60-40 / vacío 20% / temperatura -5°C /
6	$m_2v_1t_2$	%masa 60-40 / vacío 20% / temperatura 5°C /
7	$m_2v_2t_1$	%masa 60-40 / vacío 10% / temperatura -5°C /
8	$m_2v_2t_2$	%masa 60-40 / vacío 10% / temperatura 5°C /
9	$m_3v_1t_1$	%masa 65-53 / vacío 20% / temperatura -5°C /
10	$m_3v_1t_2$	%masa 65-53 / vacío 20% / temperatura 5°C /
11	$m_3v_2t_1$	%masa 65-53 / vacío 10% / temperatura -5°C /
12	$m_3v_2t_2$	%masa 65-53 / vacío 10% / temperatura 5°C /

**Fuente: Estupiñan. 2013**

**Cuadro 3.** Análisis de Varianza para las variables Físico-Químicas

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
Tratamiento	$m.v.t - 1$	11
Masa	$m - 1$	2
Vacío	$v - 1$	1
Temperatura	$t - 1$	1
M x V	$(m - 1)(v - 1)$	2
M x T	$(m - 1)(t - 1)$	2
V x T	$(v - 1)(t - 1)$	1
M x V x T	$(m - 1)(v - 1)(t - 1)$	2
Bloques	$r - 1$	1
Error experimental	$(m.v.t.r - 1)(r - 1)$	11
Total	$m.v.t.r - 1$	13

**Fuente:** Estupiñan. 2013

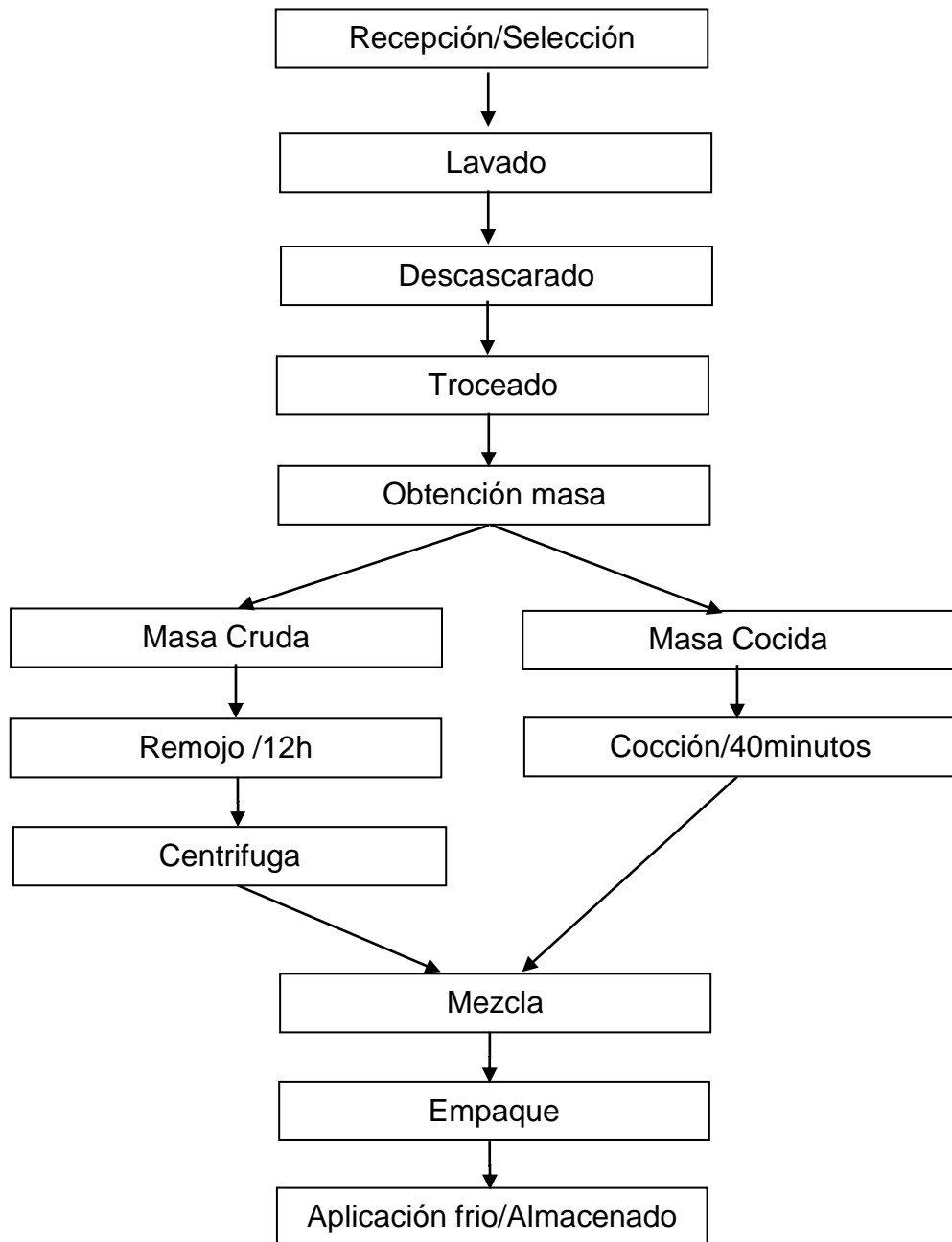
### 3.4.1. Variables evaluadas

Las variables evaluadas para la obtención de una técnica de conservación para una masa precocidad de yuca, fueron los siguientes:

- pH.- Se determinó en cada uno de los tratamientos y en sus respectivas repeticiones según la norma INEN 389
- Acidez.- La acidez se determinó en cada uno de los tratamientos y en sus respectivas repeticiones según la norma INEN 381
- Fibra.- Se determinó la fibra cruda en cada uno de los tratamientos según norma INEN 542



### 3.5.1. Flujo grama de proceso de técnica de conservación masa precocida de yuca



Fuente: Estupiñan. 2013

### 3.6. Manejo del experimento

Para el manejo específico de esta técnica se detallan los siguientes pasos para la obtención de masa de yuca precocida.

- *Recepción de la materia prima (Manihot esculenta).*- Seleccionar las raíces que presenten mejor aspectos de calidad, pueden ser de tamaños variados.
- *Lavado.*-Lavar las raíces con agua abundante de tal forma que se retire en lo en lo posible todo rastro de tierra.
- *Descascarado.*- Separar la cascara de la raíz utilizando un cuchillo de cocina estándar.
- *Troceado.*- Cortar en pequeñas secciones la raíz descascarada y retirar la parte central o corazón.
- *Obtención de masa cruda.*-Sumergir la mitad de las secciones de yuca descascarada en agua durante doce horas. Luego, extraer la masa mediante centrifugado.
- *Obtención de masa cocinada.*-Cocinar la otra mitad de las secciones de yuca descascarada, durante 40 minutos.
- *Mezcla.*- realizar las combinaciones de masa cruda- masa cocinada según lo planteado en los objetivos (60-40, 40-60 y 64-35).
- *Empaque.*- Empacar 50g de masa de yuca combinada en fundas de polietileno de baja densidad con vacíos de empaqueo al 20% y 10%.

- *Almacenado.*- Almacenar el paquete de masa de yuca precocida a temperaturas de -5 ° C Y 8 ° C.

### **3.7. Localización del experimento**

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Finca experimental “La María” km, 7 / ½ vía - El Empalme – Los Ríos

#### **3.6.1. Ubicación geográfica**

Altitud: 73 msnm

Longitud oeste: 79° 29 s

Latitud sur: 01° 06 s

Heliofania: 819.1 horas luz-1 año-1

Clima: Tropical húmedo; zona ecológica; bosque húmedo tropical

Temperatura media: 24.70 °C

Precipitación: 1640.90cc anual-1

Humedad relativa: 84.54 %

Topografía: 80 % plano; 20 % ondulado

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1 Efectos simples de: pH, acidez, humedad, energía, fibra, coliformes, aerobios totales, mohos y levaduras.

En el cuadro 4, se presentan los efectos simples entre factores y variables para el estudio de una técnica de conservación para masa precocida de yuca (*Manihot esculenta*). Del pH, porcentajes de; acidez, humedad, fibra, y energía bruta, unidades formadoras de colonia para: coliformes, aerobios, mohos y levaduras. Según el análisis de varianza realizado para el efecto del factor masa mostraron que M1 y M2 obtuvieron diferencia significativa con relación a M3, mostrando que la relación de masa en porcentajes 60-40 cruda-cocinada obtuvo los mayores valores para pH, porcentajes de; acidez, fibra cruda, y energía bruta, unidades formadoras de colonia para: coliformes, aerobios, mohos y levaduras siendo sus promedios 4.78, 0.33%, 5307.69 cal, 6.58%, en UFC /g 5.76, 9.19, 0.09, 0.44 respectivamente.

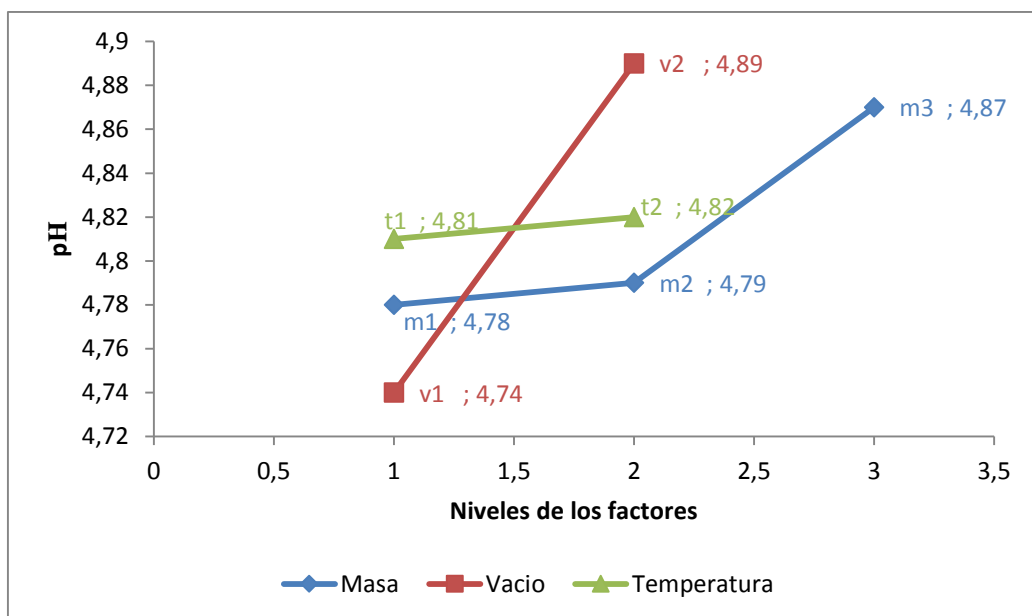
Para el factor V vacío de empaque existieron diferencias estadísticas significativas entre el 20 y 10 por ciento, mostrando mejores valores para el 20% con pH, porcentajes de; fibra cruda, y energía bruta, unidades formadoras de colonia para: coliformes, aerobios, mohos y levaduras siendo sus promedios de 4.74, 6.25, 5236.47 cal/g, 5.78, 11.94, 0.11, 0.52 respectivamente.

En el factor T conformado por los niveles de temperatura de conservación, reportó los mejores promedios para la temperatura de -5°C, con pH, porcentajes de; acidez, fibra cruda, unidades formadoras de colonia para: coliformes, aerobios, mohos y levaduras siendo sus mejores promedios 4.81, 0.33, 6.23,

**Cuadro 4.** Efecto simples entre la masa y las variables en el estudio para el diseño de la “Técnica de conservación para masa precocida de yuca (*Manihot esculenta*)

Factores	Variables								
	pH	Acidez	Humedad %	Energía Hg/cal	Fibra	Coliformes UFC/gr	Aerobios UFC/gr	Mohos UFC/gr	Levaduras UFC/gr
<b>a) Masa</b>									
M1	4,78b	0,33b	70,98a	5307,69a	6,58a	5,76a	9,19a	0,09a	0,44a
M2	4,79b	0,36a	66,92a	5280,02a	6,18a	6,38a	10,34a	0,09a	0,21a
M3	4,87a	0,33b	65,98a	5012,58b	6,49a	5,26a	8,57a	0,07a	0,56a
Sigf.	**	**		**					
<b>b) Vacío de empaçado</b>									
20 %	4,74b	0,32a	69,55a	5236,47a	6,25b	5,78a	11,94a	0,11a	0,52a
10 %	4,89a	0,35a	66,37a	5163,72b	6,58a	5,83a	6,79b	0,06b	0,29a
Sigf.	**	**		*	**		**	*	
<b>c) Temperatura</b>									
-5 °C	4,81b	0,33b	66,89a	5193,41a	6,23b	5,6a	9,11a	0,09a	0,37a
10°C	4,82a	0,34a	69,03a	5206,78a	6,59a	6a	9,63a	0,08a	0,44a
Sigf.	**	**			**				
CV (%)	0,10	2,17	6,95	0,83	4,63	17,73	26,22	62,4	128,21

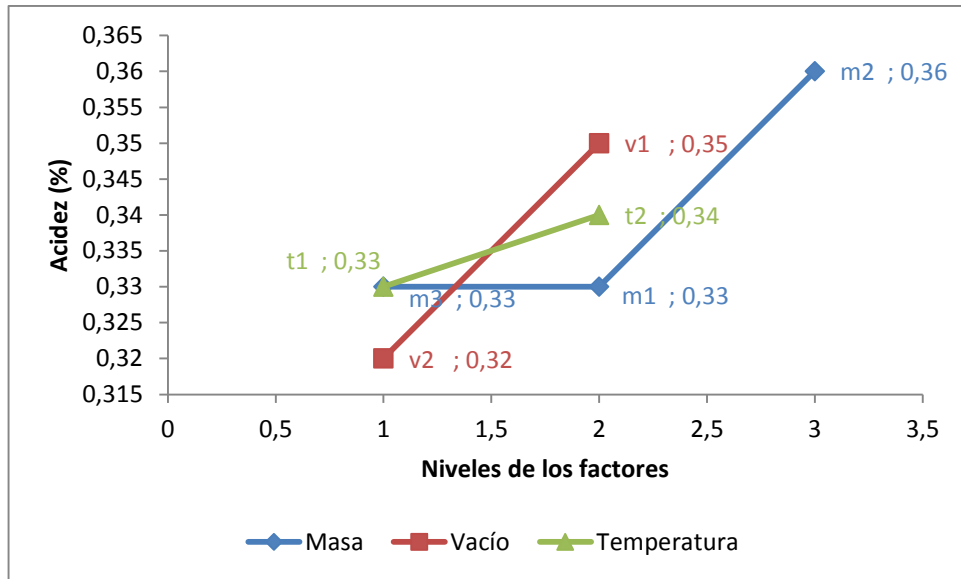
Fuente: Estupiñan. 2013



Fuente. Estupiñan Rubén

**Figura 1.** Interacción del ph en Técnica de conservación para masa precocida de yuca”

Realizada la interacción entre el factor masa y pH, los subniveles M1 y M2 mostraron diferencia significativa con relación a M3 (65%- 35%) de combinación de masa, mostró significancia con un valor de 4.87, mientras que, existieron diferencias estadísticas significativas entre el 20 y 10 por ciento de vacío de empaque, mostrando un mayor valor para el 10% con pH de 4.89, el factor temperatura (-5°C y 5°C), mostró una estabilidad promedio a pH de 4.81 y 4.82 respectivamente.

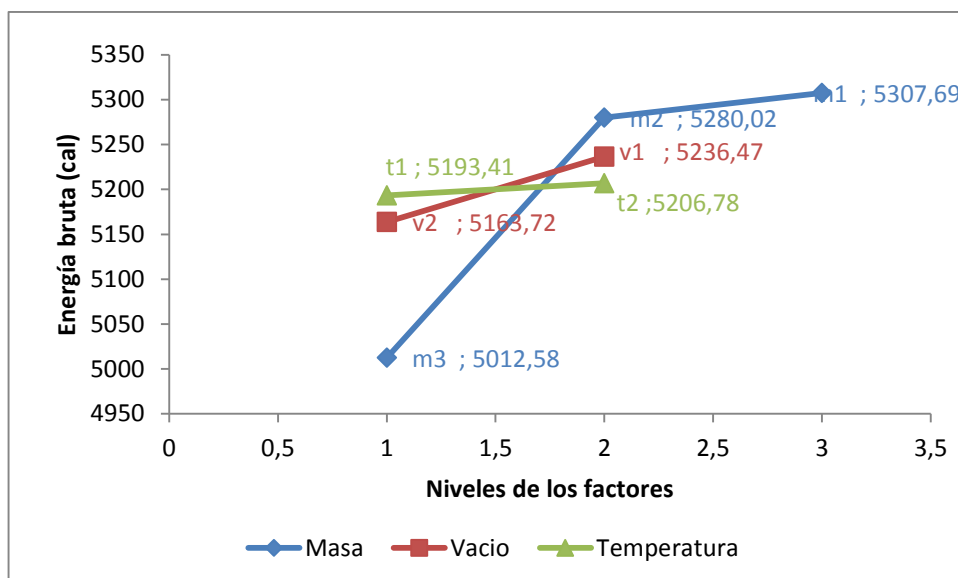


Fuente. Estupiñan Rubén

**Figura 2.** Interacción de la acidez en Técnica de conservación para masa precocida de yuca”

Para la interacción entre el factor masa y acidez, en las relaciones de porcentajes de masas el M2 (40% cruda -60% cocinada) reportó mayor porcentaje de acidez con un promedio de 0.36%, mientras que, para porcentaje de vacío de empacado no existieron diferencia significativa, en el factor temperatura existió diferencia significativa siendo 5<sup>a</sup>C 0.34%.

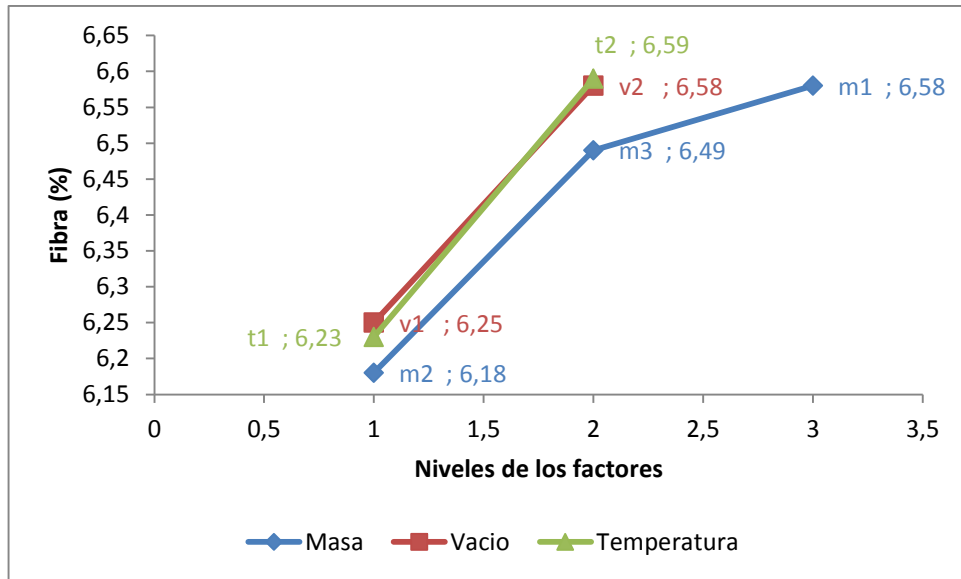
Para la interacción entre el factor masa y humedad, porcentaje de vacío de empacado y temperatura de conservación no reportaron diferencias estadísticas significativas.



Fuente. Estupiñan Rubén

**Figura 3.** Interacción de la energía bruta en Técnica de conservación para masa precocida de yuca”

Para la interacción entre el factor masa y energía, en las relaciones de porcentajes de masas el M1 (60% cruda -40% cocinada) reportó mayor porcentaje de energía bruta con un promedio de 5307.69 calorías, mientras que, para el 20% de vacío de empacado reportó diferencia significativa siendo 5236,47 calorías y en el factor temperatura no reportó diferencia significativa.

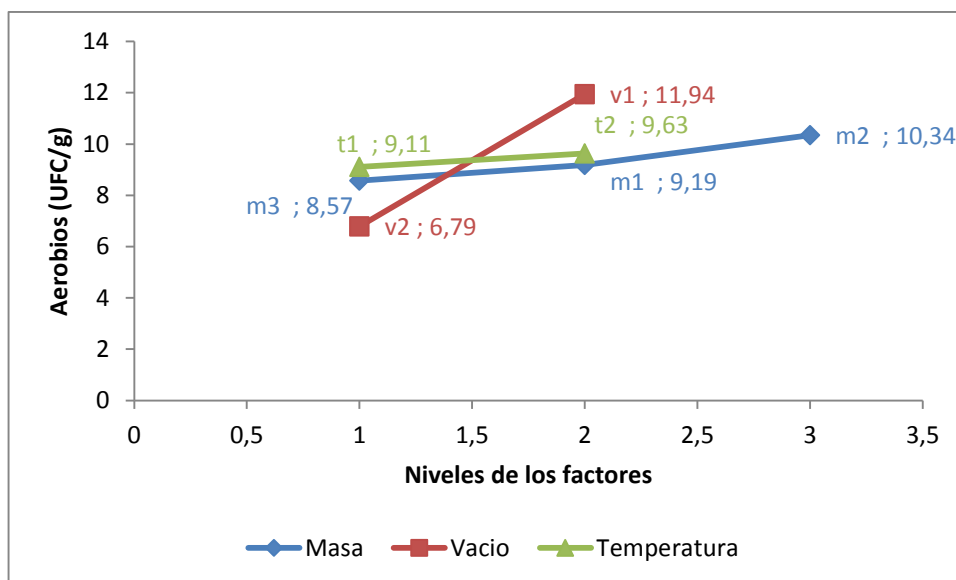


Fuente. Estupiñan Rubén

**Figura 4.** Interacción de la fibra en Técnica de conservación para masa precocida de yuca”

Para la interacción entre el factor masa y fibra, en las relaciones de porcentajes de masas no existió diferencia significativa, mientras que, para el 10 por ciento de vacío de empaçado reportó diferencia significativa siendo 6.58 % y en el factor temperatura reportó diferencia estadística significativa a 5°C, con 6.59 %.

Para la interacción entre el factor masa y *coliformes totales*, porcentaje de vacío de empaçado y temperatura de conservación no reportaron diferencias estadísticas significativas.



Fuente. Estupiñan Rubén

**Figura 5.** Interacción de los aerobios en Técnica de conservación para masa precocida de yuca

Para la interacción entre el factor masa y *aerobios totales*, en las relaciones de porcentajes de masas no existió diferencia significativa, mientras que, para al 20% de vacío de empacado reportó diferencia significativa siendo 11,49 UFC/g y en el factor temperatura no reportó diferencia estadística significativa.

Para la interacción entre el factor masa y mohos y levaduras, en las relaciones de porcentajes de masas no existió diferencia significativa, mientras en el factor temperatura no reportó diferencia estadística significativa. Para la interacción masa-mohos; al 20% de vacío de empacado reportó diferencia significativa siendo 0,11 UFC/g.

#### 4.1.2 Análisis de laboratorio de las muestras en estudio.

Una vez obtenida la masa de yuca, fueron presentados a los análisis bromatológicas para determinar cuál fue el mejor tratamiento para el diseño de una técnica de conservación.

**Cuadro 5.** Combinación de los tratamientos propuestos para "Técnica de conservación para masa precocida de yuca"

Trat.	ANÁLISIS								
	FISICOQUÍMICOS					MICROBIOLÓGICOS			
	p H	Acidez %	Humedad %	Hg (cal/gr)	Fibra %	Coliformes	Aerobios	Mohos	Levaduras
<b>T1</b>	<b>4,74</b>	<b>0,360</b>	<b>65,9346</b>	<b>5747,084</b>	<b>6,2</b>	<b>4,7</b>	<b>14,46</b>	<b>0,17</b>	<b>0,93</b>
T2	4,76	0,352	66,2824	5025,979	6,5	6,2	16,66	0,1	0,1
T3	4,82	0,265	71,1453	5263,634	6,7	10,2	13,76	0,05	0,35
T4	4,83	0,354	94,3668	5219,112	6,9	3,2	8,4	0,03	0,64
<b>T5</b>	<b>4,7</b>	<b>0,396</b>	<b>67,2277</b>	<b>5073,453</b>	<b>6,8</b>	<b>5,4</b>	<b>6</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>
T6	4,71	0,343	66,6700	5242,224	5,6	6,4	17,33	0,15	0,15
T7	4,86	0,352	67,0698	5123,771	6,4	4,8	13,45	0,04	0,1
T8	4,89	0,357	66,7249	5793,050	5,9	7,3	12,03	0,2	0,35
T9	4,73	0,357	65,9334	5117,140	5,2	4,3	16,1	0,15	0,76
T10	4,8	0,326	66,2958	5213,515	7,3	6,4	15,34	0,1	0,25
T11	5,01	0,265	65,9067	4834,819	5,9	6,8	6,83	0,03	0,68
T12	4,96	0,354	65,5553	4836,372	8,3	5,2	4,85	0,1	0,33
T13	4,73	0,358	66,2251	5774,593	6,3	4,2	8,6	0,15	1,2
T14	4,74	0,353	66,0179	5048,118	6,5	4,8	7,2	0,13	0,18
T15	4,82	0,264	66,5517	5213,416	6,7	9,2	1,66	0,1	0,05
T16	4,83	0,353	71,3338	5169,577	6,8	3,6	2,8	0,02	0,08
T17	4,7	0,396	67,1672	5072,665	6,8	8,3	8,2	0,13	0,02
T18	4,7	0,308	66,5317	5190,152	5,6	8,6	12,23	0,05	0,1
T19	4,85	0,352	67,1895	5121,515	6,5	4,4	7,34	0,08	0,04
T20	4,88	0,357	66,7448	5623,311	5,8	5,8	6,15	0,01	0,74
T21	4,73	0,361	65,8584	5118,134	5,2	4,6	11,53	0,05	0,04
T22	4,8	0,317	66,3243	5214,607	7	5,4	9,67	0,04	2,3
T23	5	0,267	66,4205	4860,753	6,1	5,1	1,34	0,04	0,08
T24	4,95	0,353	65,5596	4905,327	6,9	4,3	2,89	0,03	0,02

**Fuente: Estupiñan. 2013**

Resultando T1 como mejor tratamiento por sus valores obtenidos tanto físicos-químicos y microbiológicos, siendo relevante su valor de pH.

## 4.2. Discusión

Según el Grupo Noriega (2004), Los alimentos que tienen pH inferior a 4.5 basta con someterlos a proceso de pasteurización como método de conservación y los alimentos con pH superiores a 4.5 requieren de un proceso más severo como la esterilización comercial. La masa de yuca registro diferencia estadística significativa para el pH, siendo la relación de masa M1 la que reportó un promedio de 4.78

Según Barreiro y Sandoval (2008), La acidez está asociada con los grupos carboxílicos e hidrogeniones presentes y normalmente se determina mediante titulación con un álcali fuerte como NaOH. Además, según Grupo Noriega (2004) desde un punto de vista práctico se pueden reconocer tres clases de alimentos: alimentos de baja acidez con un  $\text{pH} > 4.5$ , alimentos ácidos  $\text{pH} 4.0$  a  $4.5$ , alimentos de alta acidez  $\text{pH} < 4.0$ , según esta referencia este producto se categoriza como alimento de baja acidez.

En general, se estima que, en promedio, las proteínas, los carbohidratos y los lípidos liberan 5.8, 4.2 y 9.5 kcal/g, respectivamente, al ser oxidados en la bomba. (M. Brautigán, 2007). El producto final llamado masa precocida de yuca reporta valores promedio de energía de 5760.84 cal/g, de acuerdo a Brautigán se puede afirmar que contiene proteínas, carbohidratos y lípidos.

Para Umaña Cerros (2010), lograr un buen producto congelado depende de la temperatura y las otras condiciones de almacenaje. La vida útil de los vegetales refrigerados depende de la variedad, la parte almacenada, Para los alimentos procesados depende del tipo de alimento, intensidad del procesamiento recibido (fundamentalmente sobre los microorganismos y enzimas), Masa de yuca precocida empaquetada en fundas de polietileno de baja densidad con un vacío de empaque del 20% a una temperatura de conservación de  $-5^{\circ}\text{C}$  se determinó la mínima actividad microbiana.

Por la temperatura de conservación de  $-5^{\circ}\text{C}$  lo que según A. Madrid (2003) la congelación de los alimentos cocinados y precocinados, se da cuando los alimentos cocinados o precocinados son sometidos a la acción de temperatura hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ . De forma que sus componentes líquidos o pastosos, pasan al estado sólido. Con este sistema se puede asegurar un periodo de conservación para los productos de un mes a 6 meses. Masa precocida de yuca almacenada a  $-6^{\circ}\text{C}$ , se demostró que tiene una vida de anaquel mayor a los 15 días.

La Técnica de Conservación para la relación en porcentaje de masa de yuca cruda y cocinada (40-60), se debe embalar con un porcentaje de vacío de 20% y una temperatura de conservación  $-5^{\circ}\text{C}$ , porque, se demuestra: que la actividad del pH de 4.78 se inactivan los microorganismos patógenos, por la acidez de 0.33 está asociado a grupos carboxílicos e hidrogeniones. Por tener un valor alto de energía se considera la presencia de proteínas, carbohidratos y de lípidos.

Se estableció que para T1 (porcentaje de relación de masas 40-60, vacío de empacado al 20% y temperatura de conservación  $-5^{\circ}\text{C}$ ), T5 (porcentaje de relación de masas 60-40, vacío de empacado al 20% y temperatura de conservación  $-5^{\circ}\text{C}$ ), T8 (porcentaje de relación de masas 60-40, vacío de empacado al 10% y temperatura de conservación  $8^{\circ}\text{C}$ ) y T12 (porcentaje de relación de masas 65-35, vacío de empacado al 10% y temperatura de conservación  $8^{\circ}\text{C}$ ), resultados óptimos de: pH, acidez, energía, fibra, lo cual, son indispensables para el diseño de la Técnica de conservación de masa precocida de yuca. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que dicta que “para masa precocidad de yuca se diseñaría una técnica de conservación” y se rechaza la hipótesis nula.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

Con referencia a los resultados obtenidos de las variables en estudio se concluye:

- Los niveles idóneos para el diseño de una Técnica de conservación para masa precocida de yuca fueron: relación de masa en porcentaje 60-40, vacío de empaqueo 20%, temperatura de conservación -5°C.
- El pH y porcentajes de: acidez, fibra, solamente aerobio y mohos dieron significancia.
- Con referencia al vacío de empaqueo se encontró diferencia significativa a nivel de pH, acidez, energía, fibra, aerobios y mohos.
- Con referencia a la temperatura de conservación se encontró diferencia significativa a nivel de pH, acidez y fibra.
- Se demuestra que esta técnica de conservación no requiere de conservantes químicos artificiales, que es suficiente el manejo de temperatura y espacio de empaqueo para diseñar la Técnica de Conservación.

## 5.2. Recomendaciones

- Se debe hacer investigación continua sobre Técnicas de conservación manejando los parámetros físicos para la conservación.
- Con esta técnica de conservación para masa precocidad de yuca debe de realizar estudios de toxicidad, para demostrar la eliminación total de los compuestos cianogénicos.
- A través de la vinculación desarrollar proyectos para elevar la calidad de alimentos libres de químicos artificiales, como es el caso de este alimento.
- Ofertar está técnico de conservación libre de químicos artificiales al pequeño y mediano agroindustrial.

**CAPITULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura citada

- Cancelado, R. (9 de Enero de 2004). *Riesgos de salud pública asociados con pesticidas y toxinas naturales en alimentos*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de Texto mundial de MIT: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/PimentelSP.htm>
- A. Madrid, V. (2003). *Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos*. Madrid, España: MUNDI-PRENSA.
- Barreiro M., J., & Sandonal B., A. (2010). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: EQUINOCCIO.
- Calaveras, J. (2004). *Nuevo tratado de panificación y bollería*. Madrid: MUNDI-PRENSA.
- Centro Internacional de la Papa . (1992). *Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos V°2 A.L.* . Lima-Perú: CIP.
- Codex Alimentarius. (2007). *Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteicos vegetales*. Roma: FAO.
- CORPEI. (12 de 2009). *PERFIL DE YUCA*. Recuperado el 03 de 09 de 2013, de Centro de Inteligencia e Información Comercial: <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/yuca.pdf>
- FAO. (2007). *Guía Técnica para Producción y Análisis de Producción de Yuca*. Recuperado el 04 de Agosto de 2013, de Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1028s/a1028s.pdf>
- FAO. (2013). *Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*. Recuperado el 15 de 08 de 2013, de FAO: <http://www.fao.org/cfs/es>
- FAO. (2014). *Anteproyecto de principios revisados para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos*. Roma: FAO.
- Grupo Noriega. (2004). *Introducción a las tecnología de los alimentos (Segunda ed.)*. Mexico, D.F.: Limusa.

- H. CoCk, J. (1989). *La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Colombia: CIAT.
- IICA. (08 de 09 de 2010). *Manual técnico de la yuca*. Recuperado el 24 de 09 de 2013, de Docstoc: <http://www.docstoc.com/docs/49648831/MANUAL-T%C3%89CNICO-DE-LA-YUCA>
- INIAP. (1995). *Manual de la Yuca*. Portoviejo: INIAP.
- La Hora. (19 de Noviembre de 2011). El cultivo de la yuca. *La Hora*, pág. 29.
- León , J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: IICA.
- M. Brautigan, I. (2007). *Nutrición Animal*. San José: UEA.
- Mariano. (1 de Junio de 2011). *Polietileno de alta densidad*. Recuperado el 21 de Octubre de 2013, de Tecnología de los Plásticos : <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polietileno-de-alta-densidad.html>
- Ministerio de salud de Perú. (15 de Junio de 2003). *Norma sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de Ministerio de Salud: [http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/Proy\\_RM615-2003.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf)
- Monge Calvo , J. (2005). *Producccion Porcina*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Montaldo, A. (1977). *Cultivo de Raíces y Tuberculos Tropicales*. San José, Costa Rica: IICA.
- Olivas, E., & Alarcón, R. (2004). *Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos*. Juarez: UACJ.
- Orrego Alzate, C. E. (2003). *Procesamiento de Alimentos*. Manizales, Colombia: UNC.
- Pamplona, J. (1998). *Alimentos que curan y previenen*. Madrid: Safeliz.
- Pascual, M., & Calderón, V. (2000). *Microbiología alimentaria; metodología analítica para alimentos y bebidas*. Madrid: Díaz de Santos.

- Prudhon, C. (2002). *Evaluación y tratamiento de la desnutrición en situaciones de emergencia*. Madrid: Icaria.
- Rivas Jimenez, K. (09 de 2002). *Proyecto de exportación de yuca producida y procesada en el canton Bolivar Provincia de Manabí*. Bolivar, Manabí, Ecuador.
- Rodríguez S., E. (2007). *Influencia de las condiciones de proceso en las características físicas de masas de yuca*. Cali: Universidad del Valle.
- Romanoff, S., & Rodríguez, M. (Edits.). (1986). *La industria de la yuca en la costa ecuatoriana*. Portoviejo: CIAT.
- Romero, X. R., & Navarro, P. (2005). *Acidez y pH*. Mérida: Smart Service C.A.
- Umaña Cerros, E. (22 de 12 de 2010). *Conservacion de Alimentos por Frío*. Recuperado el 30 de 09 de 2013, de Slideshare: <http://www.slideshare.net/FUSADESORG/conservacion-af-1>

## **CAPITULO VI**

### **ANEXOS**

## ANEXO 1

**Cuadro 1. Análisis de varianza del pH en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	0,21	12	0,02	832,66	<0.0001
Bloque	2,70E-04	1	2,70E-04	12,57	0,0046
Masa	0,04	2	0,02	963,09	<0.0001
Vacío	0,14	1	0,14	6795,64	<0.0001
Temperatura	1,10E-03	1	1,10E-03	50,29	<0.0001
Masa*Vacío	0,02	2	0,01	424,88	<0.0001
Masa*Temperatura	5,80E-05	2	2,90E-05	1,38	0,2931
Vacío*Temperatura	1,70E-03	1	1,70E-03	78,57	<0.0001
Masa*Vacío*Temperatura	0,01	2	2,90E-03	138,09	<0.0001
Error	2,30E-04	11	2,10E-05		
<b>Total</b>	<b>0,21</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 1.1 Interacción del pH con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m3	v2	t1	5,01	2	3,30E-03	A
m3	v2	t2	4,96	2	3,30E-03	B
m2	v2	t2	4,89	2	3,30E-03	C
m2	v2	t1	4,86	2	3,30E-03	D
m1	v2	t2	4,83	2	3,30E-03	E
m1	v2	t1	4,82	2	3,30E-03	E
m3	v1	t2	4,8	2	3,30E-03	F
m1	v1	t2	4,75	2	3,30E-03	G
m1	v1	t1	4,74	2	3,30E-03	GH
m3	v1	t1	4,73	2	3,30E-03	H
m2	v1	t2	4,71	2	3,30E-03	I
m2	v1	t1	4,7	2	3,30E-03	I

Fuente: Estupiñan. 2013

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

**Cuadro 2. Análisis de varianza de la acidez en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	0,03	12	2,80E-03	51,1	<0.0001
Bloque	7,40E-05	1	7,40E-05	1,36	0,2678
Masa	4,70E-03	2	2,30E-03	43,4	<0.0001
Vacío	4,60E-03	1	4,60E-03	86,15	<0.0001
Temperatura	7,50E-04	1	7,50E-04	13,87	0,0034
Masa*Vacío	1,70E-03	2	8,30E-04	15,4	0,0006
Masa*Temperatura	0,01	2	3,00E-03	56,07	<0.0001
Vacío*Temperatura	0,01	1	0,01	270,65	<0.0001
Masa*Vacío*Temperatura	6,20E-04	2	3,10E-04	5,75	0,0196
Error	5,90E-04	11	5,40E-05		
<b>Total</b>	<b>0,03</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 2.1. Interacción de la acidez con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m2	v1	t1	0,4	2	0,01	A
m1	v1	t1	0,36	2	0,01	B
m3	v1	t1	0,36	2	0,01	B
m2	v2	t2	0,36	2	0,01	B
m3	v2	t2	0,35	2	0,01	BC
m1	v2	t2	0,35	2	0,01	BC
m1	v1	t2	0,35	2	0,01	BC
m2	v2	t1	0,35	2	0,01	BC
m2	v1	t2	0,33	2	0,01	CD
m3	v1	t2	0,32	2	0,01	D
m3	v2	t1	0,27	2	0,01	E
m1	v2	t1	0,26	2	0,01	E

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 3. Análisis de varianza de la humedad en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	530,64	12	44,22	1,98	0,1334
Bloque	30,8	1	30,8	1,38	0,2647
Masa	113,1	2	56,55	2,54	0,1242
Vacío	60,48	1	60,48	2,71	0,1278
Temperatura	27,69	1	27,69	1,24	0,2889
Masa*Vacío	129,15	2	64,58	2,9	0,0976
Masa*Temperatura	71,84	2	35,92	1,61	0,2434
Vacío*Temperatura	28,66	1	28,66	1,29	0,281
Masa*Vacío*Temperatura	68,93	2	34,46	1,55	0,2561
Error	245,24	11	22,29		
<b>Total</b>	<b>775,89</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 3.1. Interacción de la humedad con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m1	v2	t2	82,85	2	3,34	A
m1	v2	t1	68,85	2	3,34	A
m2	v1	t1	67,2	2	3,34	A
m2	v2	t1	67,13	2	3,34	A
m2	v2	t2	66,73	2	3,34	A
m2	v1	t2	66,6	2	3,34	A
m3	v1	t2	66,31	2	3,34	A
m3	v2	t1	66,16	2	3,34	A
m1	v1	t2	66,15	2	3,34	A
m1	v1	t1	66,08	2	3,34	A
m3	v1	t1	65,9	2	3,34	A
m3	v2	t2	65,56	2	3,34	A

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 4. Análisis de varianza de la energía en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	1726505,52	12	143875,46	78,08	<0.0001
Bloque	1319,94	1	1319,94	0,72	0,4154
Masa	424997,85	2	212498,92	115,32	<0.0001
Vacío	31755,88	1	31755,88	17,23	0,0016
Temperatura	1071,57	1	1071,57	0,58	0,4618
Masa*Vacío	369438,37	2	184719,19	100,24	<0.0001
Masa*Temperatura	566433,84	2	283216,92	153,69	<0.0001
Vacío*Temperatura	183280,43	1	183280,43	99,46	<0.0001
Masa*Vacío*Temperatura	148207,63	2	74103,82	40,21	<0.0001
Error	20270,32	11	1842,76		
<b>Total</b>	<b>1746775,83</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 4.1. Interacción de la energía con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m1	v1	t1	5760,84	2	30,35	A
m2	v2	t2	5708,18	2	30,35	A
m1	v2	t1	5238,53	2	30,35	B
m2	v1	t2	5216,19	2	30,35	B
m3	v1	t2	5214,06	2	30,35	B
m1	v2	t2	5194,34	2	30,35	BC
m2	v2	t1	5122,64	2	30,35	BC
m3	v1	t1	5117,64	2	30,35	BC
m2	v1	t1	5073,06	2	30,35	BC
m1	v1	t2	5037,05	2	30,35	CD
m3	v2	t2	4870,85	2	30,35	DE
m3	v2	t1	4847,79	2	30,35	AE

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 5. Análisis de varianza de fibra en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	10,16	12	0,85	9,58	0,0004
Bloque	0,09	1	0,09	1,06	0,3249
Masa	0,71	2	0,35	4,01	0,0493
Vacío	0,63	1	0,63	7,18	0,0214
Temperatura	0,77	1	0,77	8,73	0,0131
Masa*Vacío	0,47	2	0,24	2,68	0,113
Masa*Temperatura	7,23	2	3,62	40,95	<0.0001
Vacío*Temperatura	3,70E-03	1	3,70E-03	0,04	0,8405
Masa*Vacío*Temperatura	0,24	2	0,12	1,37	0,2935
Error	0,97	11	0,09		
<b>Total</b>	<b>11,13</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 5.1. Interacción de la fibra con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m3	v2	t2	7,6	2	0,21	A
m3	v1	t2	7,15	2	0,21	AB
m1	v2	t2	6,85	2	0,21	ABC
m2	v1	t1	6,8	2	0,21	ABCD
m1	v2	t1	6,7	2	0,21	ABCD
m1	v1	t2	6,5	2	0,21	ABCD
m2	v2	t1	6,45	2	0,21	ABCD
m1	v1	t1	6,25	2	0,21	BCDE
m3	v2	t1	6	2	0,21	BCDE
m2	v2	t2	5,85	2	0,21	CDE
m2	v1	t2	5,6	2	0,21	DE
m3	v1	t1	5,2	2	0,21	E

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 6. Análisis de varianza de coliformes totales en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	63,95	12	5,33	5,04	0,0058
Bloque	0,28	1	0,28	0,27	0,6159
Masa	4,97	2	2,48	2,35	0,1414
Vacío	0,02	1	0,02	0,01	0,9073
Temperatura	0,96	1	0,96	0,91	0,3611
Masa*Vacío	10,13	2	5,06	4,79	0,0319
Masa*Temperatura	16,23	2	8,12	7,68	0,0082
Vacío*Temperatura	12,62	1	12,62	11,93	0,0054
Masa*Vacío*Temperatura	18,75	2	9,38	8,87	0,0051
Error	11,63	11	1,06		
<b>Total</b>	<b>75,58</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 6.1. Interacción de los coliformes con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m1	v2	t2	3,4	2	0,73	A
m3	v1	t1	4,45	2	0,73	A
m1	v1	t1	4,45	2	0,73	A
m2	v2	t1	4,6	2	0,73	A
m3	v2	t2	4,75	2	0,73	A
m1	v1	t2	5,5	2	0,73	A
m3	v1	t2	5,9	2	0,73	AB
m3	v2	t1	5,95	2	0,73	AB
m2	v2	t2	6,55	2	0,73	AB
m2	v1	t1	6,85	2	0,73	AB
m2	v1	t2	7,5	2	0,73	AB
m1	v2	t1	9,7	2	0,73	B

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 7. Análisis de varianza de aerobios totales en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	482,32	12	40,19	6,66	0,0018
Bloque	179,31	1	179,31	29,71	0,0002
Masa	12,93	2	6,47	1,07	0,3756
Vacío	159,24	1	159,24	26,39	0,0003
Temperatura	1,64	1	1,64	0,27	0,6121
Masa*Vacío	63,78	2	31,89	5,28	0,0246
Masa*Temperatura	21,3	2	10,65	1,76	0,2164
Vacío*Temperatura	18,03	1	18,03	2,99	0,1119
Masa*Vacío*Temperatura	26,09	2	13,04	2,16	0,1615
Error	66,38	11	6,03		
<b>Total</b>	<b>548,7</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 7.1. Interacción de los aerobios con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m3	v2	t2	3,87	2	1,74	A
m3	v2	t1	4,09	2	1,74	AB
m1	v2	t2	5,6	2	1,74	ABC
m2	v1	t1	7,1	2	1,74	ABC
m1	v2	t1	7,71	2	1,74	ABC
m2	v2	t2	9,09	2	1,74	ABC
m2	v2	t1	10,4	2	1,74	ABC
m1	v1	t1	11,53	2	1,74	ABC
m1	v1	t2	11,93	2	1,74	ABC
m3	v1	t2	12,51	2	1,74	ABC
m3	v1	t1	13,82	2	1,74	BC
m2	v1	t2	14,78	2	1,74	C

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 8. Análisis de varianza de mohos en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	0,04	12	3,00E-03	1,08	0,4519
Bloque	0,01	1	0,01	2,05	0,1803
Masa	3,50E-03	2	1,80E-03	0,63	0,5509
Vacío	0,01	1	0,01	4,86	0,0497
Temperatura	5,00E-04	1	5,00E-04	0,18	0,6787
Masa*Vacío	0,01	2	2,50E-03	0,9	0,4338
Masa*Temperatura	4,80E-03	2	2,40E-03	0,86	0,4486
Vacío*Temperatura	1,80E-03	1	1,80E-03	0,66	0,4339
Masa*Vacío*Temperatura	1,20E-03	2	6,10E-04	0,22	0,8061
Error	0,03	11	2,80E-03		
<b>Total</b>	<b>0,07</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 8.1. Interacción de los mohos con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m1	v2	t2	0,03	2	0,04	A
m3	v2	t1	0,04	2	0,04	A
m2	v2	t1	0,06	2	0,04	A
m3	v2	t2	0,07	2	0,04	A
m3	v1	t2	0,07	2	0,04	A
m1	v2	t1	0,08	2	0,04	A
m3	v1	t1	0,1	2	0,04	A
m2	v1	t2	0,1	2	0,04	A
m2	v1	t1	0,11	2	0,04	A
m2	v2	t2	0,11	2	0,04	A
m1	v1	t2	0,12	2	0,04	A
m1	v1	t1	0,16	2	0,04	A

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro 9. Análisis de varianza de levaduras en masa precocida de yuca**

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo.	3,35	12	0,28	1,05	0,4704
Bloque	1,50E-04	1	1,50E-04	5,70E-04	0,9815
Masa	0,51	2	0,26	0,97	0,4107
Vacío	0,31	1	0,31	1,16	0,3041
Temperatura	0,03	1	0,03	0,11	0,7454
Masa*Vacío	0,61	2	0,3	1,15	0,3525
Masa*Temperatura	0,62	2	0,31	1,17	0,3464
Vacío*Temperatura	0,03	1	0,03	0,12	0,7338
Masa*Vacío*Temperatura	1,23	2	0,62	2,33	0,1436
Error	2,92	11	0,27		
<b>Total</b>	<b>6,26</b>	<b>23</b>			

Fuente: Estupiñan. 2013

**Cuadro 9.1. Interacción de las levaduras con la masa, vacío y temperatura.**

Masa	Vacío	Temperatura	Medias	n	E.E.	
m2	v2	t1	0,07	2	0,36	A
m2	v1	t1	0,08	2	0,36	A
m2	v1	t2	0,13	2	0,36	A
m1	v1	t2	0,14	2	0,36	A
m3	v2	t2	0,18	2	0,36	A
m1	v2	t1	0,2	2	0,36	A
m1	v2	t2	0,36	2	0,36	A
m3	v2	t1	0,38	2	0,36	A
m3	v1	t1	0,4	2	0,36	A
m2	v2	t2	0,55	2	0,36	A
m1	v1	t1	1,07	2	0,36	A
m3	v1	t2	1,28	2	0,36	A

Fuente: Estupiñan. 2013

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANEXO 2

### 2.1. CERTIFICADO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA UTEQ

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**LABORATORIO DE BROMATOLOGIA**  
Dirección Km. 1 1/2 vía Sto. Domingo Teléfono: 052750329  
FAX: (053-08) 752300 753-803 CASILLA Quevedo; 73  
www.uteq.edu.ec  
Quevedo-Los Ríos -Ecuador

---

**CERTIFICACION**

Quevedo, 13 de enero del 2014

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de la presente certifico que el Sr. ESTUPIÑAN AVILES RUBEN con CI. 0801747890, realizó los análisis de ph, Acidez, Humedad, Energía y Microbiológicos en muestras de Masa de Yuca correspondiente a la Tesis titulada "Técnica de Conservación para la Masa Precocida de Yuca (*Manihot esculenta*) en el Cantón Quevedo 2013", en este Laboratorio, con la guía de la Ing. Lourdes Ramos, Coordinadora del Laboratorio.

Autorizo al Sr. Estupiñan Avilés Rubén dar al presente certificado el uso que estime conveniente.

Atentamente,  
  
Ing. Lourdes Ramos MORALES  
  
**COORDINADORA DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA**

## 2.2. CERTIFICADO DE LABORATORIO



### RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. Rubén Estupiñán	Número Muest.	
Tipo muestra:	Masa de Yuca	Fecha Ingreso:	14/11/2013
Identificación:		Ingreso:	20/11/2013
No. Laboratorio Desde:	000 1 Hasta:	Fecha entrega:	21/11/2013

FIBRA	
Identificación	% Fibra
T1	6.20
T4	6.9
T5	6.8
T8	5.9
T9	5.2
T12	8.3

*[Firma manuscrita]*  
**LABORATORISTA  
 AGROLAB**



**Dirección:**  
 Calle Río Chambira N° 662 y Zamora. (A dos cuadras  
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
**Teléfono:** 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0993 164 889

e-mail: [instituto@ubi.edu.cr](mailto:instituto@ubi.edu.cr)  
[www.ubi.edu.cr](http://www.ubi.edu.cr)

### ANEXO 3

#### OBTENCIÓN DE LA MASA DE YUCA



## ANEXO 4

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.



**pH**



**ACIDEZ**

## Cultivo microbiano



**PETRIFILM**

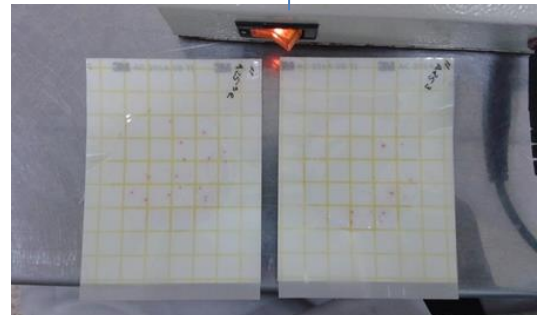


**SIEMBRA**

## Conteo de placas



**CONTADOR DE  
COLONIAS**



**COLONIAS DE AEROBIOS  
EN PETRIFILM**