

TECNICAS DE CONSERVACION PARA EL MANEJO DE LAS  
RAICES DE YUCA PARA EXHIBICION Y CONSUMO

ANGELA INES REYES  
MAGALY GIOVANNA VICTORIA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS DE LA INGENIERIA  
INGENIERIA DE ALIMENTOS  
PALMIRA- VALLE  
2002

TECNICAS DE CONSERVACION PARA EL MANEJO DE LAS  
RAICES DE YUCA PARA EXHIBICION Y CONSUMO

Trabajo investigación presentado como  
requisito para optar al título de  
Ingeniera de Alimentos

Por:

ANGELA INES REYES RODRIGUEZ  
MAGALY GIOVANNA VICTORIA

Directora:  
GLORIA LOZANO GOMEZ  
Bióloga Genética

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS DE LA INGENIERIA  
INGENIERIA DE ALIMENTOS  
PALMIRA- VALLE  
2002

Nota de aceptación

---

---

---

**DIRECTOR DE TESIS**  
Gloria Lozano Gómez  
Bióloga Genética

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**  
Juan Carlos Gómez Daza  
Ingeniero Químico MSc

---

**JURADO**  
Lizeth A. León Arbelaez  
Microbióloga Industrial

---

**JURADO**  
Tomasa María Pertuz S.  
Ingeniera Química MSc

Palmira, Septiembre 19 de 2002

## DEDICATORIA

A mi familia por apoyarme y tener paciencia en el tiempo que no estuve con ellos, en especial a mi esposo e hijos.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la culminación de este trabajo tan importante.

ANGELA INES

## DEDICATORIA

A mi madre y hermanos por su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios.

A todas aquellas personas que me apoyaron en la realización de este trabajo.

MAGALY GIOVANNA

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Los agricultores que permitieron las prácticas para el desarrollo del proyecto.

Gloria Lozano Gómez Bióloga Genética por dirigir nuestro proyecto de grado.

Armando Campo Ingeniero de Alimentos tutor de proyectos UNAD CREAD PALMIRA por guiarnos en el desarrollo del mismo.

UNAD CREAD PALMIRA, al director, al coordinador del Programa Juan Carlos Gómez, y demás tutores.

## CONTENIDO

	Pág.	
0.	INTRODUCCIÓN	1
1.	ASPECTOS GENERALES DE LAS RAICES DE YUCA	3
1.1	TAXONOMIA	3
1.2	OTROS IDIOMAS	4
1.3	ORIGEN	4
1.4	MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE YUCA	5
1.5.	FISIOLOGÍA POST-COSECHA DE LA YUCA	6
1.5.1	Respiración	6
1.5.2	Transpiración	6
1.5.3	Deterioro fisiológico de la yuca	6
1.5.4	Modalidad de consumo	7
1.5.5	Consumo per capita	7
1.5.6.	Demanda interna	7
1.5.7	Distribución geográfica	7
1.5.8.	Productividad y rendimiento	7
1.5.9	Áreas sembradas en Colombia	8
1.5.10	Composición química	8
1.6	EDAFOCLIMATOLOGIA DEL CULTIVO	10
1.6.1	Suelos	10
1.6.2	PH	10
1.6.3	Temperatura	10
1.6.4	Precipitación	10
1.6.5	Altitud	10
1.6.6	Luminosidad	10
1.7	RECOLECCION	11
1.8	PREVENCIÓN DEL DETERIORO	11
1.9	TÉCNICAS PARA EL ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE LAS RAICES DE YUCA	12
1.9.1	Escaldado	12
1.9.2	Encerado	13
1.9.3	Fermentación láctica	13
2	DISEÑO EXPERIMENTAL	15
2.1	MATERIALES UTILIZADOS	15
2.2	CLASES DE EMPAQUES UTILIZADOS	17
2.3	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	18
2.4	TRATAMIENTOS	18
2.5	CONTROL DE VARIABLES	21

2.6	PREPARACIÓN EN TAMAÑO DE LAS RAÍCES DE YUCA PARA TRATAMIENTO	22
2.7	TRATAMIENTO CON ESCALDADO	22
2.8	TRATAMIENTO CON ENCERADO	26
2.9	TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON BACTERIA <i>Lactobacillus plantarum</i>	30
2.10	ESTUDIO DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO POR TRATAMIENTO DE ESCALDADO Y FERMENTATIVO DE LA YUCA	37
3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
3.1.	RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO DE ESCALDADO	40
3.1.1	Balance de materia	43
3.1.2	Balance de energía	43
3.2	RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO TERMICO DE ENCERADO	44
3.3	RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON LA BACTERIA <i>Lactobacillus plantarum</i> .	48
3.4	RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL NIVEL DE AGRADO (ACEPTACIÓN) DEL PRODUCTO FRITO OBTENIDO POR TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON LA BACTERIA.	54
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA	60
	ANEXOS	62



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química de la parte comestible de la yuca dulce CM523-7 y amarga CM 507-37 /100g	9
Tabla 2. Otros componentes de la composición química de la parte comestible de la yuca dulce CM523-7/100g y amarga CM 507-37 /100g	9
Tabla 3 Materiales y materias primas.	15
Tabla 4. Características de los trazos de yuca a empacar para la comercialización de acuerdo al tipo de empaque.	17
Tabla 5. Diseño de experimentos.	18
Tabla 6. Diferentes operaciones efectuadas durante el manejo de las raíces de yuca escaldada simbología propuesta .	20
Tabla 7. Preparación en tamaño de las raíces de yuca para tratamientos.	22
Tabla 8. Selección de las raíces de yuca para los tratamientos.	39
Tabla 9 Resultados obtenidos con tratamiento térmico de escaldado.	40
Tabla 10. Observación de daños en las raíces de yuca después del tratamiento térmico de escaldado.	42
Tabla 11. Resultados obtenidos en el tratamiento térmico de encerado,	44

Tabla 12. Recopilación de datos experimentales y resultados de las raíces de yuca sometidas al proceso de encerado.	47
Tabla 13. Reporte de pH y temperatura tomadas a las raíces de yuca en su proceso de fermentación.	48
Tabla 14. Reporte de experimentación duración (días) de las raíces de yuca con tratamiento fermentativo con la bacteria <i>Lactobacillus plantarum</i> .	49
Tabla 15. Escala hedónica estructurada.	55
Tabla 16. Marque con una equis (x) el nivel de agrado de la degustación presentada.	56
Tabla 17. Prueba organoléptica de trozos de yuca fritos conservados con <i>Lactobacillus plantarum</i> .	57
Tabla 18. Pruebas organolépticas de trozos de yuca frita manejada con bacteria láctica <i>Lactobacillus plantarum</i> .	58

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Procesos del tratamiento térmico de escaldado.	25
Figura 2. Procesos del tratamiento térmico de encerado.	29
Figura 3. Procesos del tratamiento con bacterias lácticas <i>Lactobacillus plantarum</i> .	35
Figura 4. Tiempo de vida útil de las raíces de yuca sometidas a tratamiento térmico de escaldado y sin tratamiento	41
Figura 5. Tiempo de vida útil de las raíces de yuca sometidas a tratamiento térmico de encerado y sin tratamiento	45
Figura 6. Resultados obtenidos de los tratamientos con la bacteria láctica <i>Lactobacillus plantarum</i> .	51
Figura 7. Yuca sometida a tratamiento fermentativo con bacteria láctica <i>Lactobacillus plantarum</i> .	52
Figura 8. Diseño de etiqueta de yuca en salmuera.	53

## LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama de procesos 1. Planteamiento del desarrollo de investigación	19
Diagrama de procesos 2. Trozos de raíces de yuca con tratamiento térmico: escaldado	24
Diagrama de procesos 3. Trozos de raíces de yuca con tratamiento térmico de encerado.	28
Diagrama de procesos 4. Manejo del medio para siembra de bacteria.	33
Diagrama de procesos 5. Manejo de la bacteria.	33
Diagrama de procesos 6. Manejo de trozos de yuca y bacteria.	34
Diagrama de procesos 7. Adecuación de trozos de yuca fermentados para el consumo.	36
Diagrama de procesos 8. Adecuación de las raíces de yuca tratadas para la exhibición y consumo.	37

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Matriz de impacto base para realizar los ensayos 1ª etapa lote 1.	63
Anexo B. Matriz de impacto de la comercialización de las raíces de yuca 2ª etapa lote 2.	64
Anexo C. Resultados microbiológicos y físico-químico.	65
Anexo D. Norma INCONTEC de yuca para el consumo.	67

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico
CO <sub>2</sub>	Gas carbónico o dióxido de carbono
Cp	Calor específico
CR	Coeficiente respiratorio
FAO	Food and Agriculture Organization. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación)
g	Gramo(s)
H <sub>2</sub> O	Agua
Ha	Hectárea
I	Inspección
Kg	Kilogramo
Lb	Lactobacillus
mm	Milímetros
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
min	Minuto
ml	Mililitro
mg	Miligramos
O <sub>2</sub>	Oxígeno
P	Plantarum
pp	Polipropileno
PC	Punto de control
PCC	Punto Crítico de Control
pH	Concentración de iones hidrógeno
ppm	Partes por millón
Q	Calor
T	Temperatura
Ta	Temperatura ambiente
Ton	Toneladas
U. F. C	Unidades formadoras de colonias

## RESUMEN

Las raíces de yuca frecuentemente se comercializan con alto deterioro fisiológico, ocurre por falta de capacitación del agricultor en manejo postcosecha. Se presentan entonces estrategias para su conservación en fresco y como producto procesado.

Se desarrollaron ensayos diferentes a los tradicionales, (donde el agricultor cubría la yuca con tierra y paja, acentuando así la pérdida de almidón; otra práctica: humectaba las raíces, con la consecuente formación de hongos), realizando tratamientos térmicos de encerado, escaldado, fritura, conservación por congelación, empacado al vacío, en envase de vidrio con salmuera y tratamiento biotecnológico con bacterias lácticas: *Lactobacillus Plantarum*.

Se realizó análisis sensorial (degustación de trozos de yuca escaldada, frita). Las raíces de yuca se manejan con bacteria láctica, evaluación que arrojó un 90% de aceptación un registro sustancial, al eliminarse el azulado y notar el sabor agradable que le aporta la bacteria al producto.

Encontramos, que aplicando un escaldado a 66°C durante 15 minutos se consigue un producto suave y crocante. Se encontró empacado al vacío dura 63 días, envasado con salmuera 360 días. El encerado de las raíces a los 58°C a 60°C en proceso realizado durante 5 minutos ayuda a incrementar la vida útil del producto.

## 0. INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas de manejo postcosecha no se realiza en la mayor parte de las zonas productoras de raíces de yuca de manera que se garantice un producto de optima calidad para el consumo (sin azulado y de larga vida útil). Este problema se debe a que los agricultores no manejan el concepto de calidad, siendo esta la causa para generar aplicación de técnicas para la conservación de las raíces de yuca y difundirlas a nivel regional, nacional y poder lograr competitividad en el mercado internacional.

Se tiene presente que los mayores reclamos del cliente al momento de la compra se han presentado por deterioro fisiológico, azulado interno y raíces sucias, partidas, descascaradas y deshidratadas, además de su poca vida útil. Por lo cual se escoge la variedad CM 523-7 clon de doble propósito (agroindustria y consumo humano) cultivada en el Valle del Cauca a la cual se le realizará seguimiento y ensayos desde la etapa de cosecha y postcosecha: teniendo en cuenta su facilidad de cultivo, comportamiento en los tratamientos térmicos fácil liberación del azulado y su comportamiento con el manejo de bacterias lácticas. Se aplicaran por lo tanto tratamientos térmicos de encerado, escaldado, fritura, conservación por congelación, empackado al vacío, en envase de vidrio con salmuera y tratamiento biotecnológico con bacterias lácticas: *Lactobacillus plantarum*.



Estas estrategias darán como resultado la presentación de técnicas de conservación para el manejo de las raíces de yuca para exhibición y consumo.

En Colombia se hace necesario destacar la importancia socioeconómica del cultivo de la yuca y aumentar su consumo por considerarse no sólo uno de los componentes principales de la canasta familiar sino que contribuye, significativamente en la generación de empleo y como fuente de materia prima en la industria procesadora de alimentos para consumo humano y animal.

Se aplican técnicas, y se desarrollan procesos y prácticas necesarias para alargar la vida útil de las raíces de yuca en la postcosecha mediante ensayos primarios se logra presentar alternativas para obtener beneficios, evitando deterioros de las raíces de yuca que disminuyen su calidad y acarrear rechazos para la exhibición, consumo.

El buen manejo postcosecha se refleja en la rapidez con que el producto se mueve en el mercado por lo tanto se presentan técnicas de manejo, adecuación y procesamiento del producto que puedan garantizar su permanencia en el mercado y lograr así presentar reportes de su comportamiento como producto perecedero. Optimizar sus procesos será una ganancia para todos.

## 1. ASPECTOS GENERALES DE LAS RAÍCES DE YUCA

La yuca es un arbusto leñoso perenne, se cultiva comercialmente sembrando estacas de la parte más leñosa del tallo. Las raíces engrosadas almacenan principalmente almidones. Existen variedades amargas:(CM507-37, SM1219-9, SM 909-25, CM849-1, CM 7514-7) tipo industrial y alimentación animal y variedades dulces:(CM523-7 ICA Catumare, HCM-1, MPER183, 2066 ó Chiroza, MCOL 1505, MBRA 383), de uso en la alimentación humana.<sup>1</sup>

### 1.1 TAXONOMÍA

División	Espermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Archichlamydeae
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Tribu	Manihoteae
Género	Manihot
Especie	Esculenta

El orden Euphorbiales está representado por la gran familia de las Euphorbiaceas, constituida por unas 6000 especies, que reposan en

---

<sup>1</sup> BANCO DE GERMOPLASMA DE CIAT MANEJO IN VITRO DE YUCA CLAYUCA- CALI- COLOMBIA

el Banco de Germoplasma del CIAT. Otros nombres para las raíces de yuca también se le conoce con otros nombres: mandioca, cassava, manioc, manioca, tapioca, suahilimhogo y omwogo (León, 1987.CIAT-Compilación).

## 1.2 OTROS IDIOMAS

Idioma	Nombre
Español	Yuca
Alemán	Manioka
Francés	Sossa manioc
Holandés	Cassava
Portugués	Mandioca
Inglés	Arrow-root

## 1.3 ORIGEN

Es una de las principales plantas útiles tropicales difundidas en todos los continentes, existen diversas opiniones acerca del lugar de origen.

La yuca se cree fue cultivada inicialmente en Brasil; es allí donde existen el mayor número de manihot y la mayor diversidad (Cock, 1989, CIAT).

#### 1.4 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE YUCA

La yuca es una planta monoica, de ramificación simpodial y porte arbustivo; según su forma de cultivo puede alcanzar de 1 a 5 m de altura; su número cromosomal es de  $2n = 36$ , tiene amplia variabilidad genética lo que indica un alto grado de hibridación interespecífica (León , 1987).

La yuca contiene un glucósido cianogénico llamado linamarina, el cual en presencia de la enzima (linamaraza) y de ácidos se hidroliza originando ácido cianhídrico que en bajas dosis es inocuo pero en altas cantidades puede ser mortal. Este ácido se localiza principalmente en la corteza de la raíz y también en hojas y tallos. La yuca posee hojas simples y su lámina es palmeada y lobulada con filotaxia en espiral tipo 2/5. Las inflorescencias están constituidas por racimos o partículas. Los frutos son cápsulas con dehiscencia septídica y trilocular ovoide o globular, semillas ovoides o clipsoidales. Los tallos son de forma cilíndrica con protuberancias pronunciadas en los puntos de abscisión hoja/tallo, las raíces son cilíndricas alargadas con la capacidad de almacenar almidón durante el 75% de su vida vegetativa, tiene una baja densidad radical pero una penetración profunda, sus raíces tuberosas son morfológica y fisiológicamente idénticas a la raíces fibrosas

## **1.5 FISIOLÓGÍA POST-COSECHA DE LA YUCA**

**1.5.1 Respiración.** La yuca tiene una alta tasa respiratoria, la cual está asociada a la gran área superficial expuesta; esta intensidad respiratoria se ve fuertemente influenciada por la temperatura.

La relación de CO<sub>2</sub> producido con respecto al O<sub>2</sub> consumido es conocido como coeficiente respiratorio (CR). Normalmente se acepta que sea igual a 1, pero podría variar entre 0,7 y 1,3 (Parry,1993,CIAT).

**1.5.2 Transpiración.** La transpiración de la yuca es entendida como la pérdida de agua, que trae como consecuencia pérdida de frescura y por ende, de calidad.

La yuca se recomienda tenerla en ambiente con humedad relativa entre el 85 y 90% (FAO,1985). Pérdidas de agua entre un 3-6% son suficientes para provocar un marcado deterioro en la calidad. En el transporte se debe evitar exposición a altas temperaturas o a flujos de aire.(FAO,1985).

**1.5.3 Deterioro fisiológico de la yuca.** Los daños físicos, como daños superficial, golpes, abrasión, vibración, etc., durante la cosecha y post-cosecha aceleran los procesos metabólicos y con ello el deterioro acelerado y la exposición a la acción microbiana.

El deterioro se inicia en las raíces más susceptibles empezando por los extremos y por la áreas afectadas por daño físico.

**1.5.4 Modalidad de consumo.** En la alimentación humana en forma variada como: cocida en agua, en sopas, frita, horneada, en pasta, harina, bollo y torta.

**1.5.5 Consumo per-cápita.** En Colombia el consumo es de 50 Kg a 55 Kg/persona/año. Según la (OPSA, Ministerio de Agricultura 1995, cifra del sector agropecuario Santafé de Bogotá).

**1.5.6 Demanda Interna.** El 50% de la producción nacional se utiliza en la alimentación humana, el 18% en la alimentación animal, solamente 15% en la industria y el 27% restante se pierde.

**1.5.7 Distribución Geográfica.** Está distribuida en todo el territorio nacional, especialmente en la región Caribe y la zona Andina. En América, se encuentra desde la parte sur de Estados Unidos hasta la Argentina, destacándose cuatro áreas de producción importantes: Centro y nordeste del Brasil, suroccidente de México, la región occidental de Bolivia. Además, se cultiva con mucha importancia en Asia y África.

**1.5.8 Productividad y rendimiento.** Depende del tipo de tecnología que se utilice, del suelo, de la variedad y de otros factores ligados a las exigencias del cultivo; con bajos niveles de tecnología se obtienen rendimientos entre 8-12 ton/há; con niveles medios de tecnología se pueden obtener producciones de 15-20 ton/há y con alta tecnología, los rendimientos pueden superar las 25 ton/há; los esfuerzos en el mejoramiento no están dirigidos a aumentar el potencial de producción bajo condiciones óptimas, sino que se han dirigido a obtener rendimientos estables bajo

condiciones marginales donde se cultiva la yuca en la actualidad y donde se espera aumentar el área sembrada en el futuro.

**1.5.9 Área sembrada en Colombia.** En Colombia se siembra entre 85.000 y 100.000 hectáreas anualmente, con una producción entre 1.200.000-1.500.000 ton/año. La mayor parte de los cultivos se han establecido en suelos pobres de nutrientes, con problemas físicos de compactación, con usos mínimos de insumos para el control de plagas, enfermedades y malezas; poca o casi nula utilización de fertilizantes, en zonas de prolongadas sequías y poco acceso al riego artificial; inadecuada preparación de suelo, deficiente trazado del terreno, mal manejo a las estacas y baja densidad de población por hectárea.

El manejo de cultivo se complementa con el uso de prácticas inadecuadas de manejo de post-cosecha; existen problemas de mercadeo debido a las condiciones en que se realiza, con mucha intermediación de comerciantes y poca exigencia por parte de los consumidores.

**1.5.10 Composición química.** La yuca aporta principalmente carbohidratos, elementos importantes en la alimentación humana y animal. Hay comparativo entre la yuca dulce y amarga (Ver Tabla 1. y Tabla 2.)

**Tabla 1. Composición química de la parte comestible de la yuca dulce CM523-7 y amarga CM507-37 100(g). Comparativo.**

<b>Componentes</b>	<b>Yuca dulce</b>	<b>Yuca amarga</b>
Agua	62. 5	60. 8
Proteínas	1. 0	0. 8
Grasas	0. 4	0. 3
Carbohidratos	31. 8	36. 2
Fibras	1. 0	1. 0
Cenizas	0. 6	0. 9

**Tabla 2. Otros componentes químicos de la parte comestible de la yuca dulce CM523-7/100g y amarga CM507-37/ 100(g). Comparativo.**

<b>Componentes</b>	<b>Yuca dulce (mg)</b>	<b>Yuca amarga (mg)</b>
Calcio	40. 0	36. 0
Fósforo	34. 0	48. 0
Hierro	1. 4	1. 1
Tiamina	0. 05	0. 06
Riboflavina	0. 06	0. 04
Niacina	0. 6	0. 7
Ácido ascórbico	19. 0	40. 00
Calorías	132. 0	148. 0

Fuente: Hawthorn,1983



## **1.6 EDAFOCLIMATOLOGÍA DEL CULTIVO**

**1.6.1 Suelos.** La yuca se adapta bien a suelos de baja fertilidad que predominan en los trópicos; manualmente se cultiva en suelos deteriorados. Cuando se siembra en suelos de poca fertilidad, el crecimiento total de la planta sufre menos que la mayoría de otros cultivos.

**1.6.2 pH.** La planta crece muy bien en suelos con pH bajo asociado con altos niveles de dominio; la yuca tolera pH de 4,4 a 8.

**1.6.3 Temperatura.** La yuca se cultiva en los trópicos bajos, en temperaturas que pueden variar de 20°C a más de los 30°C.

**1.6.4 Precipitación.** Se cultiva en su mayor parte en regiones con promedio de precipitación de 750mm a 2.000 mm anuales; no soporta humedad mayor de 2.500 mm anuales.

**1.6.5 Altitud.** El cultivo se desarrolla hasta 2.300 m.s.n.m

**1.6.6 Luminosidad.** Requiere para su desarrollo aproximadamente de 7 horas de luz/día, lo que equivale a decir 2.500 horas/luz/año.

## **1.7 RECOLECCIÓN**

Es necesario resaltar que el inicio y el grado posterior del deterioro de las raíces de yuca están estrechamente relacionados con la presencia de daños mecánicos, los que dan inicio al deterioro microbiano, ocasionado por la acumulación de compuestos fenólicos después de la cosecha, los cuales se polimerizan para formar los pigmentos azul negruzco cerca del xilema. La cosecha se realiza de forma manual, y mecánica inadecuada por el mal uso de los utensilios de cosecha realizada con pica, pala barretón, gemelos entre otros utensilios de labores se debe verificar el empaque, puesto que éste también incide en el daño mecánico ya que se está utilizando capacidad de 45 Kg. y el sobrepeso daña las raíces que quedan en el fondo.

## **1.8 PREVENCIÓN DEL DETERIORO**

Los procesos enzimáticos involucrados en el deterioro fisiológico se pueden inhibir almacenando las raíces en condiciones de temperaturas bajas.

Otra manera de prevenir el deterioro fisiológico es almacenar en condiciones tales que permita la curación de las heridas de las raíces, de ocurrencia normal y que casi siempre son el punto de inicio del deterioro, realizando así la curación de las raíces de yuca

Una humedad relativa alta estimula el deterioro microbiano, el crecimiento de hongos y bacterias puede ser tan rápido que la pudrición radical puede comenzar antes que la raíz forme la hilera de nuevas células protectoras. Otra solución es tratar las raíces antes de almacenarlas.

## 1.9 TÉCNICAS PARA ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS RAÍCES DE YUCA

Las técnicas para almacenamiento y conservación de las raíces de yuca tienen como objetivo evitar el deterioro de las mismas, según la necesidad de permanencia y las exigencias para su distribución, bien sea a corto, mediano y largo plazo, para las cuales se debe tener en cuenta:

- Su costo debe ser mínimo
- Debe ser de fácil manejo y aplicación y que se adopte al sistema actual de mercadeo
- Debe evitar el deterioro físico y microbiano mediante la curación de las heridas de las raíces.
- El transporte debe ser fácil. No debe alterar la calidad sensorial y la textura de la raíz.

Las técnicas que se pueden utilizar para la conservación de las raíces de yuca son: escaldado, encerado y tratamiento fermentativo

**1.9.1 Escaldado:** Una vez que se realizaron las operaciones de pesaje selección, clasificación, lavado, desinfección, enjuague, pelado y troceado, las raíces se someten al proceso de escaldado así: Las raíces se sumergen en agua caliente rápidamente 66°C de 10 a 15 minutos, dependiendo del tamaño y peso de las porciones 20 gramos a 35 gramos, se baja la temperatura rápidamente hasta 18°C o por debajo de la temperatura ambiente durante un minuto (se emplea ventilación).

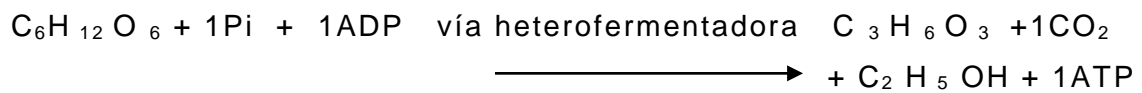
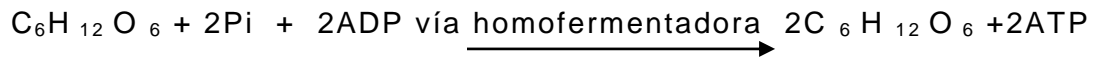
Se empaca en bolsas de polietileno de diferente gramaje y se extrae al máximo el aire que pueda quedar en el interior, se congela a  $-18^{\circ}\text{C}$  en bandejas, y se dejan listas para comercializar.

**1.9.2 Encerado:** Las raíces seleccionadas, lavadas y secas se cubren con una película de parafina, sumergiéndolas por segundos en parafina líquida. Practica realizada después de 12 a 14 horas de cosechadas las raíces desde  $55^{\circ}\text{C}$  a  $66^{\circ}\text{C}$ . Las raíces se empacan y luego se almacenan en condiciones de temperatura ambiente.

**1.9.3 Fermentación láctica:** La fermentación es una de las tecnologías aplicadas más antiguas que se ha utilizado para conservar los alimentos. Es económica, fácil y muy adecuada donde otros métodos son inaccesibles o no existen. Ayuda a mejorar la inocuidad de los alimentos al reducir los compuestos tóxicos como las aflatoxinas y los cianógenosa través del incremento y producir factores antimicrobianos como ácido láctico, bacteiocinas, bióxido de carbono, agua oxigenada y etanol que facilitan la inhibición o eliminación de los patógenos de los alimentos. Por lo tanto se opta por fermentar las raíces de yuca utilizando la bacteria láctica *Lactobacillus plantarum* aislada de las mismas raíces de yuca por su capacidad para producir ácido láctico a partir de almidones .

Las bacterias ácido lácticas son un grupo de microorganismos gram (+) de morfología variada entre cocos y bacilos de diferentes tamaños no esporulados, catalasa negativo y con metabolismo fermentativo estrictamente sacarolítico que produce ácido láctico como metabolito principal. Se clasifican en homofermentadoras o

heterofermentadoras según los productos del metabolismo de los azúcares.



Las bacterias homolácticas producen alrededor del 90% de ácido láctico. Bajo ciertas condiciones de medio ambiente el metabolismo de algunas bacterias ácido lácticas pueden verse alteradas y pasar de una ruta metabólica homofermentativa a una heterofermentativa.

## 2. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

A continuación se presentan los materiales y métodos de una forma detallada utilizados en la experimentación. Adicionalmente se presenta el método que se utilizó para realizar un estudio de aceptación del producto obtenido por tratamiento de escaldado y fermentativo de la yuca.

### 2.1 MATERIALES UTILIZADOS

En la Tabla 3 se encuentran los materiales y las materias primas utilizadas durante la experimentación.

**Tabla 3. Materiales y materias primas.**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
Autoclave a 115 psi	1
Bolsa plástica polipropileno para empacado al vacío.	50
Calibrador o galga.	1
Canastillas.	50
Costales de fique capacidad 50 Kg	25
Cepillos cerda suave.	3
Cuarto de congelación.	1
Cuarto para refrigeración.	1
Cuchillos hoja en acero inoxidable.	5
Empaques bandeja de poliestireno 2 x 15 cm.	25
Envases de vidrio de capacidad 250 g. tapa metálica.	80
Estantes móviles sistema de bandeja (escabilador)	2
Fermentador	1
Mesas de selección en acero inoxidable	1
Mesa para encerado 70 x 210 cm provista de espuma usp 4cm de grosor	1

Equipo	Cantidad
Nevera	1
Phmetro	1
Recipientes plásticos: capacidad 3 y 5 litros	4
Refrigerador	1
Reloj	1
Tanques de inmersión para lavado de la yuca capacidad 50 Kg	1
Termómetro digital rango -10 a 350 °C	2
Ventiladores	2
Raíces de yuca	40 Kg
Leche en polvo	500 g
Sal	1 Kg
Reactivos y Bacteria	
Agua Cristal	1 litro
Agua potable	
Bacteria <i>Lactobacillus plantarum</i> (cultivo madre)	200 g
Cera Brithex de Jonson	1 litro
Tego 51- desinfectante	200 ml
Hipoclorito de sodio	1 litro

Fuente: Los autores.

A continuación se exponen algunos aspectos generales tenidos en cuenta para la experimentación:

- Se utilizó en los ensayos raíces de yuca variedad dulce CM523-7 clon doble propósito (Agroindustria y consumo humano) de 20 centímetros de longitud y 45 milímetros de diámetro, de la finca del señor Heliodoro León quien facilitó su cosecha. La composición química de la yuca se registró en la Tabla 1 y 2.
- La Bacteria láctica *Lactobacillus Plantarum* fue proporcionada por la directora de tesis Bióloga Genética Gloria Lozano.

## 2.2 CLASES DE EMPAQUES UTILIZADOS

Las raíces de yuca que se llevan a la comercialización se someten previamente a selección, clasificación, lavado, desinfección, enjuague y pelado, luego son troceadas y llevadas a tratamiento térmico: escaldado, y/o tratamiento con bacterias lácticas. Luego se empacan de acuerdo a las características requeridas para cada tipo de empaque: frasco de vidrio, bandeja de poliestireno, bolsa plástica de polipropileno y bolsa plástica para empacado al vacío. Ver Tabla 4.

**Tabla 4. Características de los trozos de yuca a empacar para la comercialización de acuerdo al tipo de empaque.**

Tipo de material	Tipo de empaque			
	Frasco de vidrio	Bandeja de poliestireno	Bolsa plástica pp	Bolsa plástica Empaque al vacío
Capacidad del empaque	250g	250g	250g	500g
Longitud de trozos de yuca a empacar	5 cm 27%	7cm 29%	12 cm 30%	14 cm 14%
Grosor de los trozos de yuca a empacar	Entre 1 a 1.5 cm	Entre 1.5 a 2 cm	Entre 3 y 3.5 cm	Entre 5 y 7 cm



## 2.3 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

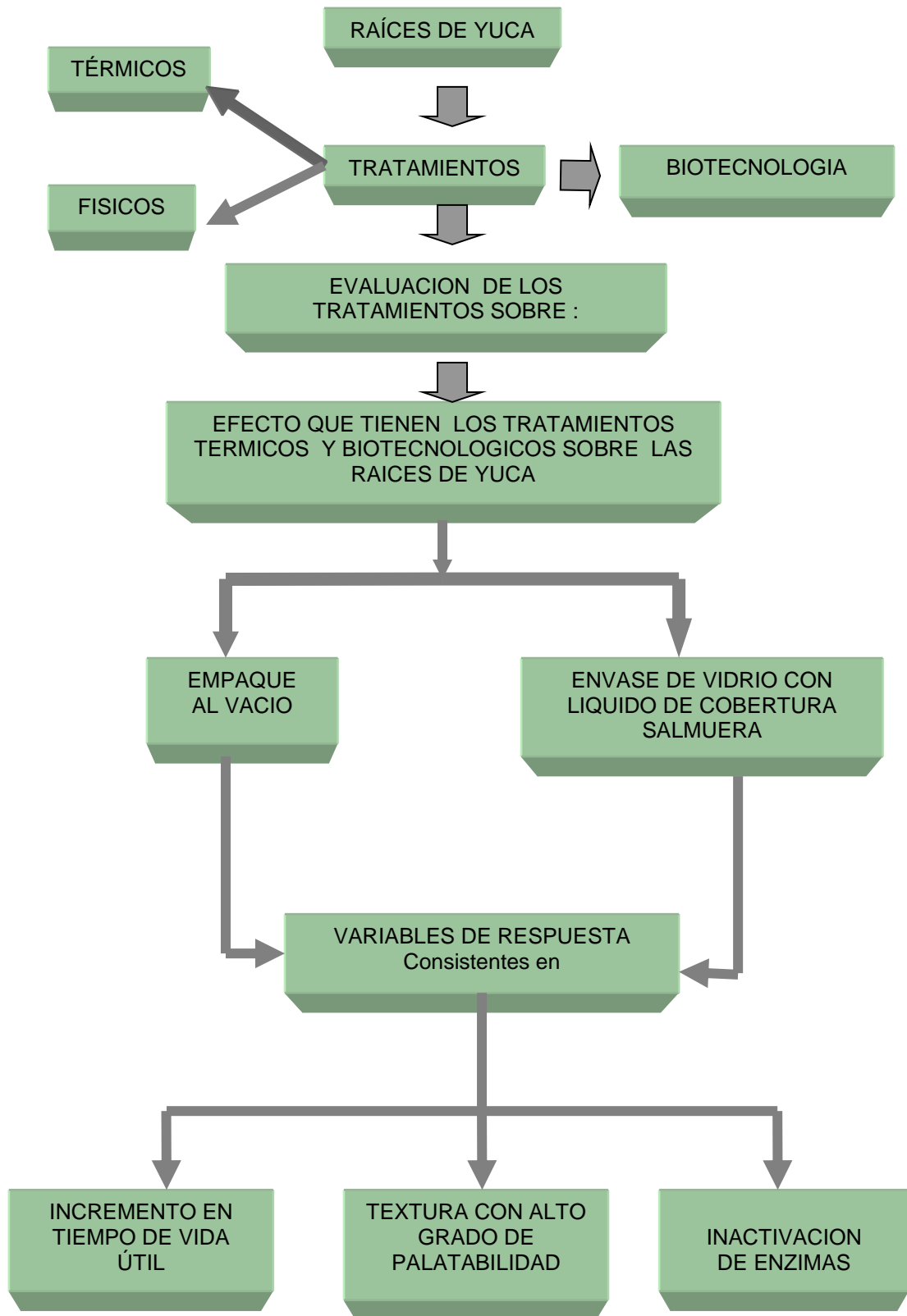
En la Tabla 5 se encuentra el diseño de experimentos utilizado para evaluar cada uno de los tratamientos de postcosecha a los cuales fue sometida la yuca.

**Tabla 5. Diseño de experimentos**

<b>Tipo de tratamiento</b>	<b>Experimento</b>	<b>Característica</b>
Encerado	1	55°C/15"
	2	55 °C/15"
	3	55 °C/15"
Escaldado	1	66 °C/10'
	2	66 °C/10'
	3	66 °C/10'
Fermentativo	1	Refrigeración en bolsa de polipropileno
	2	Empacado al vacío en bolsa de polipropileno
	3	Envase en frasco de vidrio al vacío

## 2.4 TRATAMIENTOS

En el Diagrama 1 se muestra un esquema general de cada uno de los tratamientos realizados a las raíces de yuca , la forma como fueron evaluados estos tratamientos y las variables de respuesta tenidas en cuenta. Para los tratamientos se utilizo yuca fresca.



**Diagrama de procesos 1. Planteamiento del desarrollo de la Investigación.**

**Tabla 6. Diferentes operaciones efectuadas durante el manejo de las raíces de yuca escaldada - simbología- propuesta**

	Descripción del proceso	Tiempo	Temperatura °C	Distancia m	Símbolos del diagrama				
					O	T	I	A	E
1.	Recepción de materia prima	30 min		3					
2.	Pesaje			2					
3.	Almacenamiento de materia prima	1 día		2		 	 		
4.	Selección y clasificación	30 min							
5.	Lavado y desinfección y enjuague	30 min			 				
6.	Adecuación: corte, troceado			2					
7.	Escaldado	10 min	66						
8.	Enfriamiento	18 min	2						
9.	Empaque : parte del producto								
10.	Pesaje de producto terminado			3					
11.	Almacenamiento	1 a 4 días	-18	3					
12.	Distribución	1 día	-18	3000					

En la Tabla 6 se dan a conocer las diferentes etapas del proceso y la simbología aplicada a éstos.

Indica operaciones relevantes que se realizan dentro del proceso.

➡ La flecha orientada horizontalmente indica la movilización de producto durante el proceso.

□ Inspecciones de calidad que se realizan durante la producción.

▼ Almacenamiento de producto.

D Manejo de tiempos de espera, bien sea por reposo del producto o por la necesidad de seguir la secuencia de producción.

## 2.5 CONTROL DE VARIABLES

Se controlan variables importantes como: temperatura de escaldado y de la cera, la concentración del desinfectante a utilizar y además el tiempo de exposición del mismo sobre las raíces enteras. La variable a controlar de mayor dificultad es el secado natural (exposición al sol).

Se determinan como punto crítico la operación de secado, puesto que su deficiencia facultará el desarrollo de microorganismos.

Luego de realizar las operaciones de selección, clasificación, lavado, desinfección y encerado las raíces de yuca se disponen en estantes móviles los cuales son ubicados en secciones exclusivas para realizar el secado y encerado.

## 2.6 PREPARACIÓN EN TAMAÑO DE LAS RAÍCES DE YUCA PARA TRATAMIENTOS.

Se adecuan las raíces de yuca para comercializarlas de acuerdo a los tamaños que se muestran en la Tabla 7 teniendo en cuenta el tipo de tratamiento al cual se van a someter los trozos de raíces de yuca, ya sea escaldado o tratamiento fermentativo con *Lactobacillus plantarum*.

**Tabla 7. Preparación en tamaño de las raíces de yuca para tratamientos**

<b>Porcentaje requerido</b>	<b>56%</b>	<b>30%</b>	<b>14%</b>
Longitud	7 cm	12 cm	14 cm
Diámetro	1.5 cm – 2 cm	3.0 cm – 3.5cm	5.0 cm – 7.0 cm

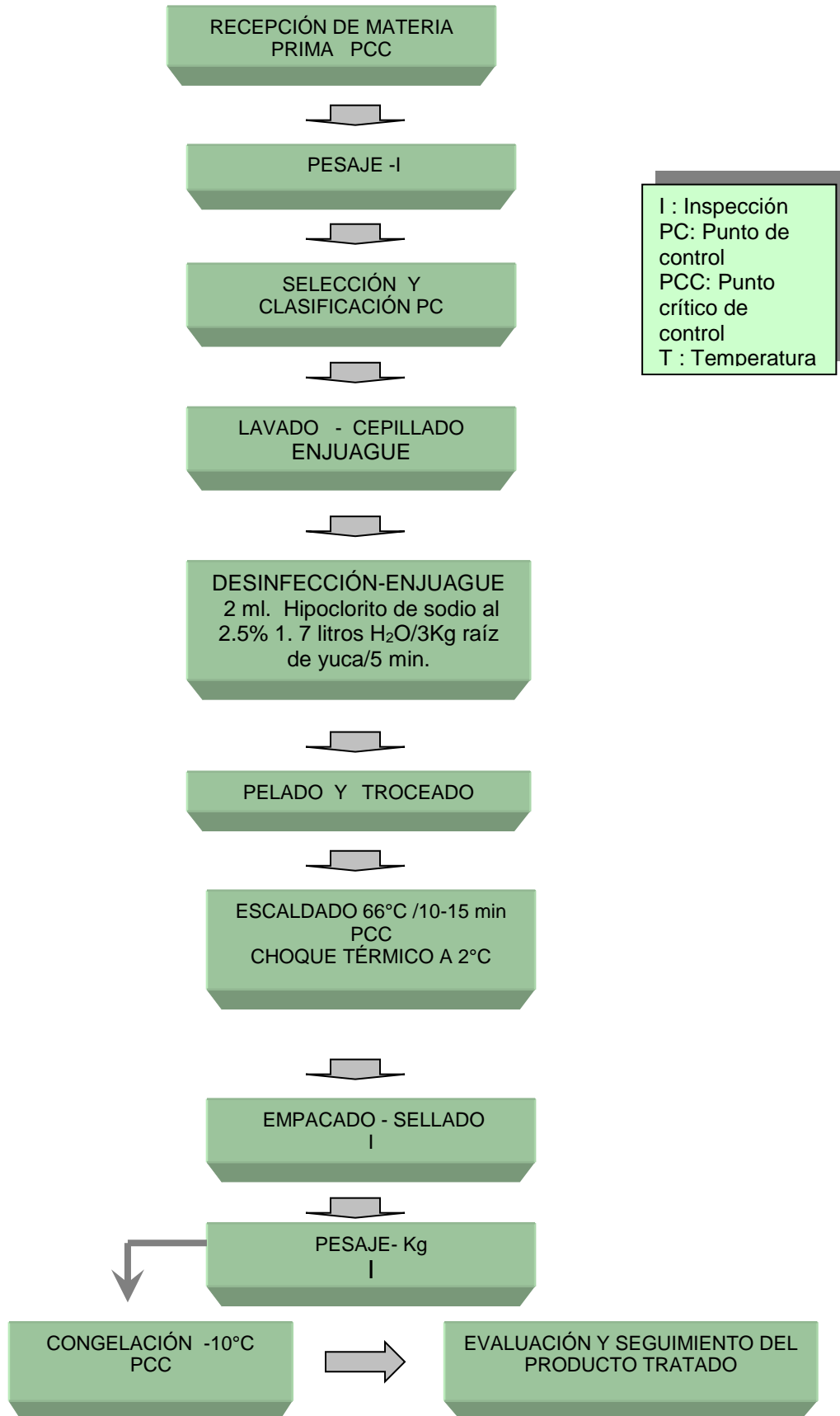
A continuación se presentan de una forma detallada, cada uno de los tratamientos a los cuales fue sometida la yuca de acuerdo al diseño de experimentos presentado en el numeral 2.3.

## 2.7 TRATAMIENTO CON ESCALDADO

En el Diagrama de procesos 2. se muestra el tratamiento de escaldado que se le realizó a los trozos de yuca el cual consta de los siguientes pasos:

- Recepción de la materia prima: donde se hacen las primeras inspecciones organolépticas de aceptación del producto.

- Pesaje: verificación de cantidades pedidas para la realización de la practica ensayo.
- Selección: identificación de producto sano
- Clasificación: selección de producto de acuerdo a su grado de madurez y punto óptimo para consumo.
- Lavado: eliminación de impurezas.
- Enjuague: eliminación de residuos de la limpieza.
- Desinfección: utilización de 10 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos por cada 5 Kg de raíces de yuca.
- Enjuague: eliminación de residuales del desinfectante.
- Pelado: se separó manualmente la cubierta externa o cáscara.
- Troceado: partido y descorazonado de las raíces de yuca en trozos de 5 centímetros de longitud.
- Escaldado: inmersión de las trozos de raíces de yuca en agua potable hasta alcanzar una temperatura interna de 66°C. durante 10 minutos
- Choque térmico: enfriamiento rápido de las raíces de yuca hasta 2°C para inactivar enzimas tres minutos.
- Empacado: colocación adecuada de los trozos en bolsas plásticas.
- Pesaje: verificación del peso neto que debe soportar cada bolsa empacada.
- Sellado: cierre hermético de la bolsa que contiene las raíces de yuca.
- Conservación: se someten las raíces de yuca a congelación para mayor durabilidad del proceso realizándose volteo de las bolsas cada hora para lograr así una congelación uniforme.
- Seguimiento del ensayo.



**Diagrama de proceso 2. Trozos de raíces de yuca con tratamiento térmico: escaldado**

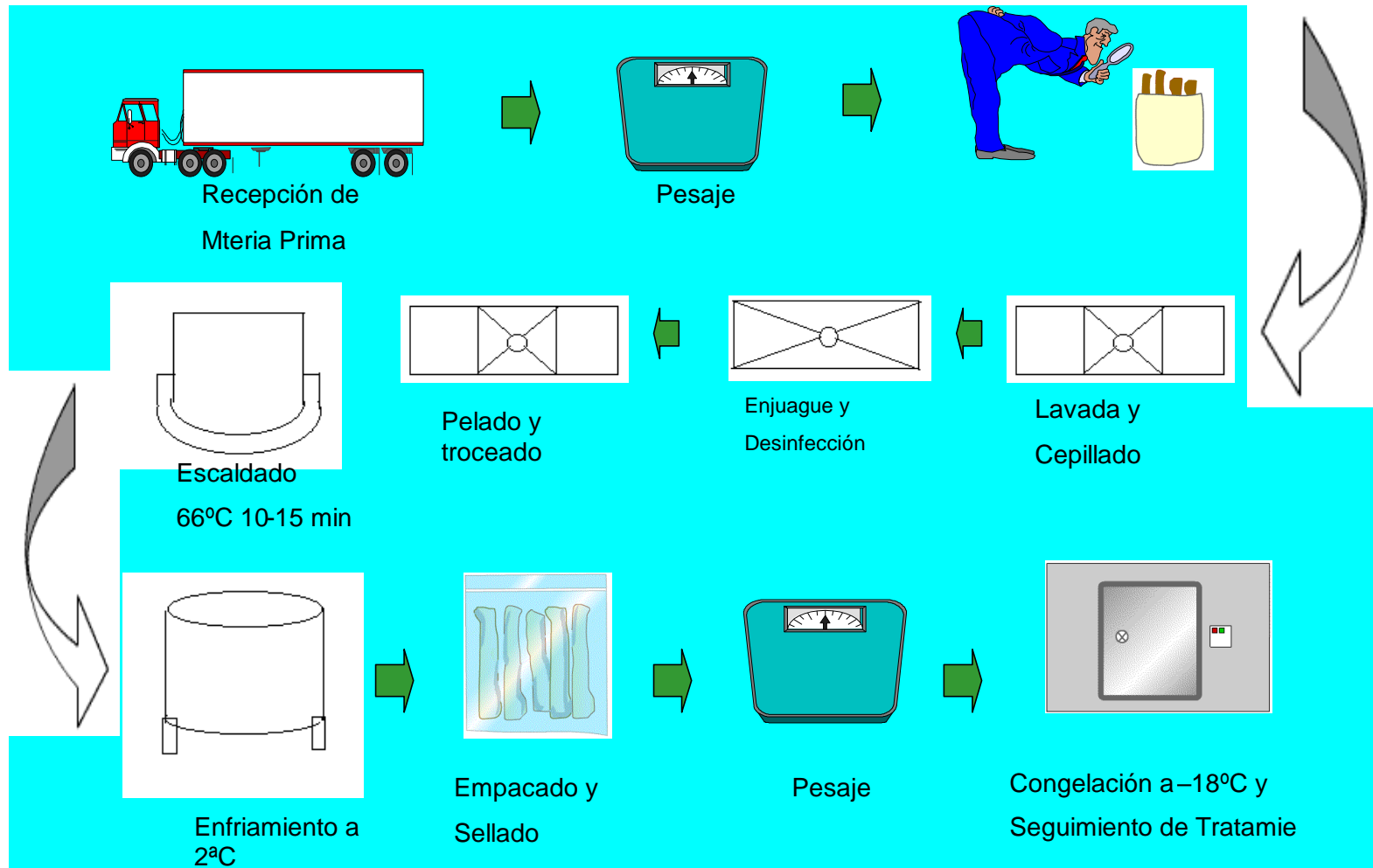


Figura 1. Proceso del tratamiento termico de escaldado



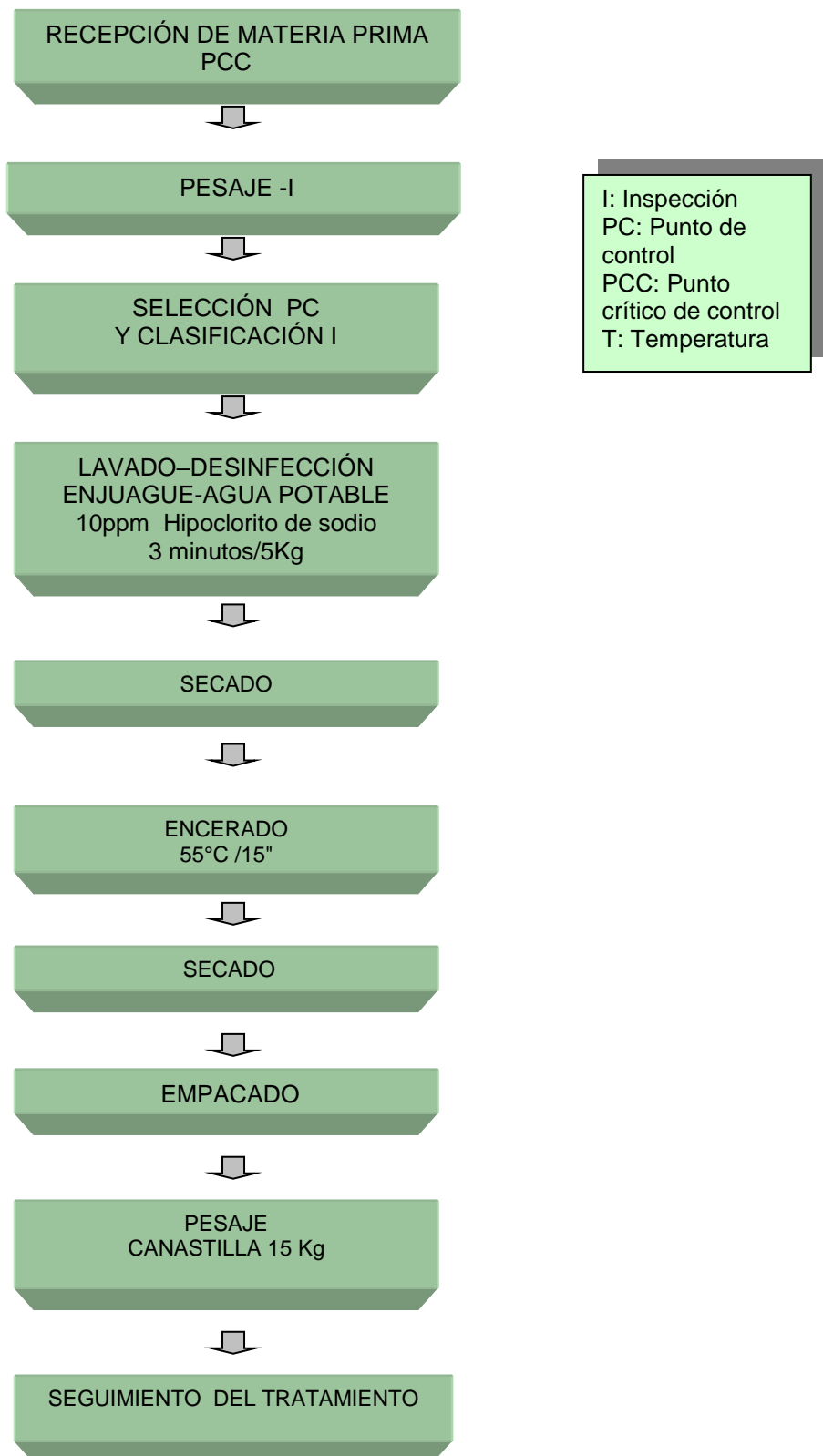


## 2.8 TRATAMIENTO CON ENCERADO

En el Diagrama de procesos 3, se muestra las raíces de yuca con tratamiento térmico de encerado, estos pasos se explican a continuación.

- Se dispone para cada ensayo de:
  - 3 Kg de raíces de yuca
  - 1.7 litros de H<sub>2</sub>O
  - 0.2 litros de cera Britex
- Recepción: de la materia prima donde se hacen las primeras inspecciones organolépticas de aceptación del producto.
- Pesaje: verificación de cantidades pedidas para la realización del ensayo.
- Selección: identificación de producto sano, cutícula uniforme y entero.
- Clasificación: escoger las raíces de acuerdo a su madurez y punto óptimo para consumo.
- Lavado: eliminación de impurezas para lo cual se utilizan cepillos de cerda suave para evitar levantar la cutícula de recubrimiento exterior de las raíces de yuca y que sería índice de rechazo por el cliente. .
- Desinfección: utilización de 10 ppm de hipoclorito de sodio, inmersión durante 3 minutos por cada 5 Kg de raíces de yuca.
- Enjuague: eliminación de residuales del desinfectante.
- Secado: a través de la utilización de recirculación de una fuente de aire (ventiladores) se elimina la humedad en la superficie de las raíces, se verifica que queden secas.
- Encerado: calentamiento de la cera 55°C e inmersión de las raíces de yuca durante 15 segundos.

- Secado: colocación de las raíces de yuca en mesa vibratoria provista de espuma y utilización de recirculación de aire -ventiladores- que favorecen el secado de la cera. Inspeccionar secado uniforme.
- Empacado: ubicación de las raíces enceradas en canastillas plásticas para su distribución al punto de venta.
- Pesaje: verificación del peso neto que debe soportar canastilla: 15 Kg.
- Seguimiento del ensayo.



**Diagrama de procesos 4. Raíces de yuca con tratamiento térmico de encerado**

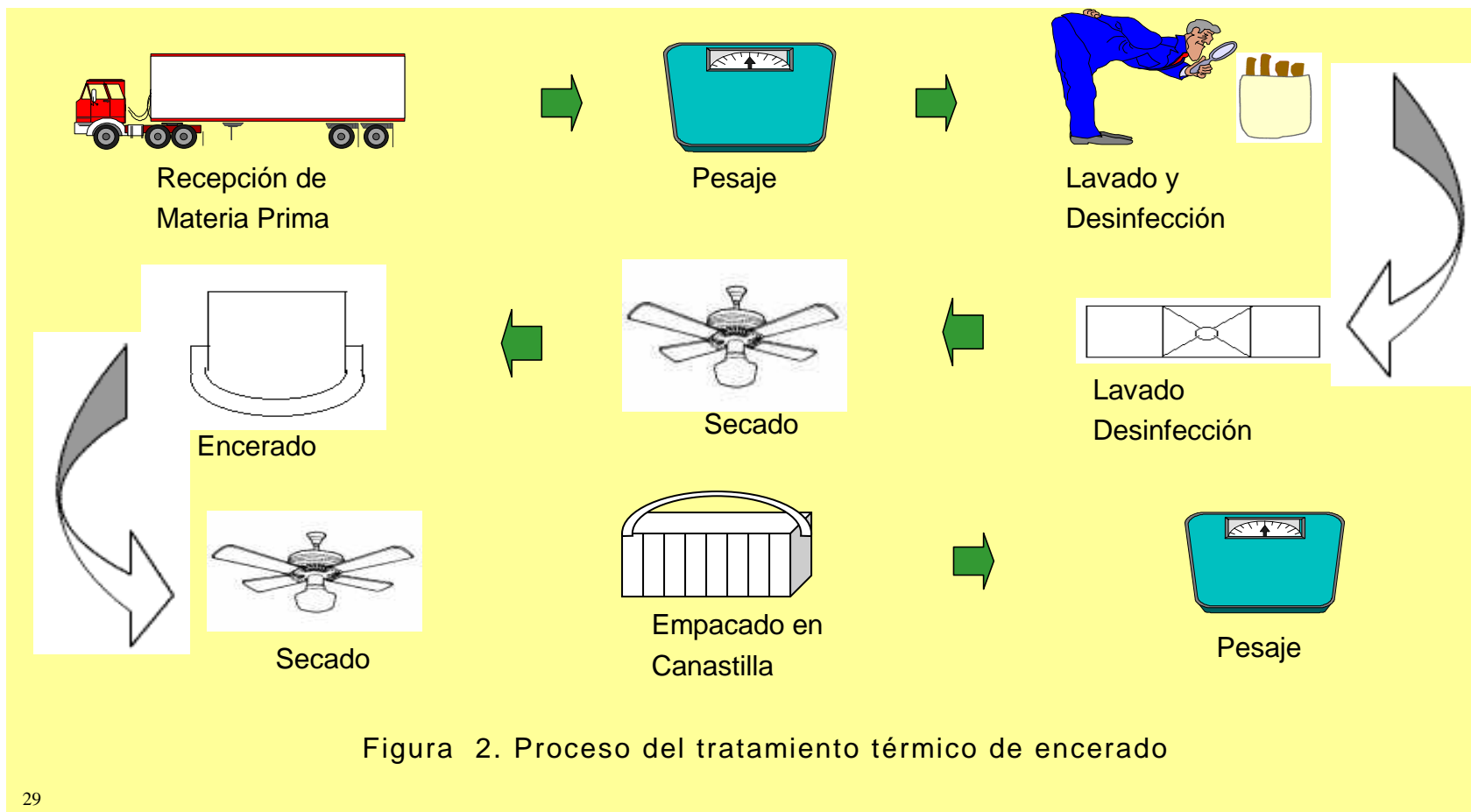


Figura 2. Proceso del tratamiento térmico de encerado

## 2.9 TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON LA BACTERIA *Lactobacillus plantarum*

Se prepara el medio donde se desarrolla la bacteria *Lactobacillus plantarum* en un erlenmeyer de 250 ml y está compuesto por una mezcla de 40 ml de leche en polvo 60 ml de agua Cristal. Se esterilizó a 110°C durante 5 minutos y a 115 psi en autoclave, con el objetivo de eliminar la carga microbiana (que viene en la materia prima a utilizar para preparar el medio) y conseguir un medio inocuo para la bacteria, previo enfriamiento del mismo se sembró la bacteria al 2%. La producción de este medio es de vital importancia ya que es considerado un paso fundamental en el proceso fermentativo por ser el material iniciador de la fermentación. Seguidamente se toma el 10% del inóculo y se siembra en el medio preparado dejándolo en incubación y a temperatura ambiente (osciló entre 21 y 22°C), se tuvo control de pH durante ocho días para lo cual se introdujo la sonda del pHmetro en el erlenmeyer. Luego de este tiempo está lista la bacteria para realizar la fermentación de las raíces de yuca, para lo cual se adecuan las raíces de yuca de la manera como se registra a continuación: selección (sanas) y clasificación (textura dura), pesaje de las mismas, lavado con agua potable para eliminar suciedad, desinfección con Tego 51 utilizando 50 ppm mezclados en el agua donde se llevan las raíces, realizando luego enjuague severo, se procede al pelado, descorazonado y corte las raíces de yuca en trozos de cinco centímetros de longitud y dos centímetros de grosor. Para realizar la fermentación, se utiliza un sistema de fermentación improvisado en el laboratorio que consta de: dos recipientes, uno de material plástico que se introduce en otro recipiente de acero inoxidable cada uno con su respectiva tapa, se coloca un termómetro de sonda para facilitar el registro de la temperatura, aquí los trozos de yuca quedan inmersos en

salmuera preparada al 10% con base a un litro de agua potable que hará las veces de líquido de permanencia para la fermentación, a la vez se adiciona el 10% del inóculo de fermentación que estaba en incubación, se agita suavemente y se verifica que todos los trozos de yuca queden completamente cubiertos por el líquido para esto se coloca una tapa ajustada al nivel de las raíces la cual queda inmersa en la salmuera. A continuación se coloca la tapa a los recipientes y se deja en incubación durante 8 días. Durante el periodo de fermentación se hacen tomas diarias de pH, donde este varía de 5.50 a 4.40 para lo cual se extrae con jeringa estéril 20 ml para el análisis, se verifica que no haya formación de precipitados (sedimentos oscuros) lo cual sería índice de muerte de la bacteria, se registra la temperatura que debe ser igual a la temperatura ambiente menos 1°C.

Terminada la fase de fermentación, parte de las raíces de yuca se procede a envasar los trozos de yuca en frasco de vidrio estéril: capacidad de 250 gramos, tapa metálica dorada, rosca tipo media uña y estéril. Se maneja un porcentaje de llenado del frasco de 70% de trozos de yuca previamente adecuados y 30% de líquido de cobertura - salmuera, preparada previamente al 2% de NaCl u.s.p. se tapa herméticamente el envase que contiene las raíces, se etiqueta y se almacena en lugar fresco y de poca luz, a continuación se registran los cálculos necesarios para el envasado:

Cálculo para envasado de trozos de yuca:

% de yuca a empacar:

$$250 \text{ g} \times \frac{100 \%}{70 \%} = 175 \text{ g de trozos de yuca a envasar.}$$

Cálculo para la salmuera requerida por envase de 250 g:

$$250 \text{ g} \times \frac{100 \%}{30 \%} = 75 \text{ g de salmuera.}$$

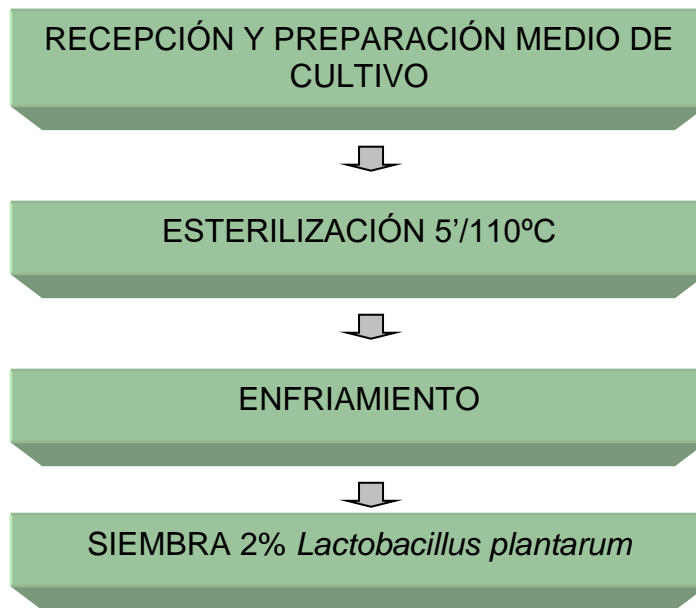
Cálculo para la cantidad de sal necesaria:

La salmuera al 2% Para un envase de 250 gramos:

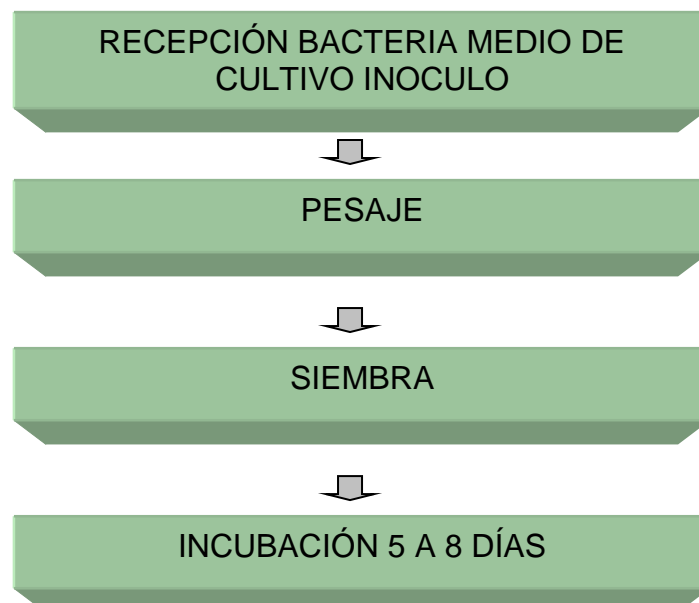
$$75 \text{ g} \times \frac{2 \%}{100 \%} = 1.5 \text{ g sal}$$

En un recipiente de capacidad de 100 ml previamente tarado se pesó la sal y se agregó entonces el H<sub>2</sub>O hasta completar el peso de 75 gramos de la salmuera. La otra parte de las raíces de yuca se empacan al vacío previo escurrido del medio de fermentación y se deja una parte a temperatura ambiente. (ver Diagrama 4 y 5)

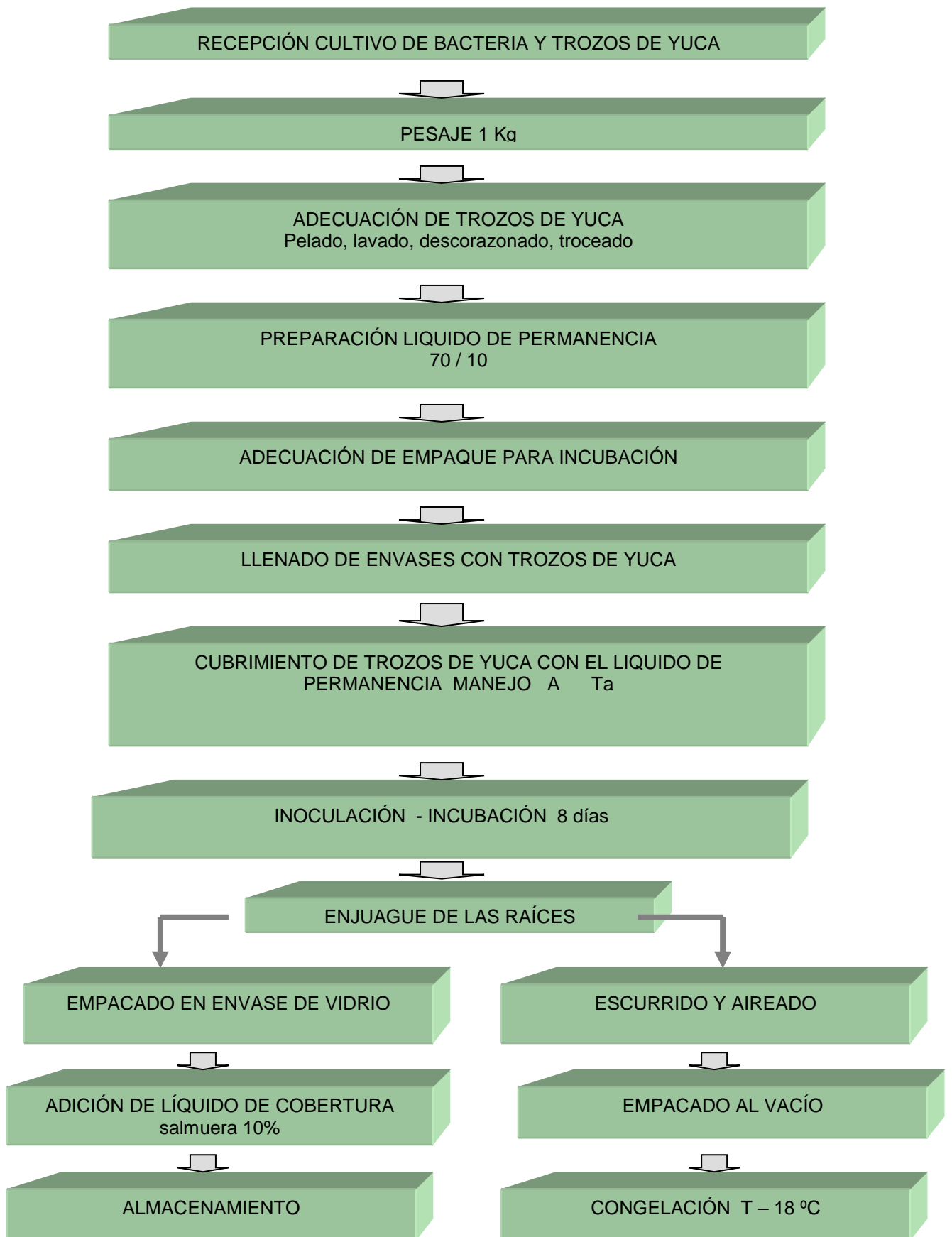




**Diagrama de procesos 4. Manejo del medio para siembra de bacteria**



**Diagrama de procesos 5. Manejo de la bacteria**



**Diagrama de procesos 6. Manejo de trozos de yuca y bacteria**



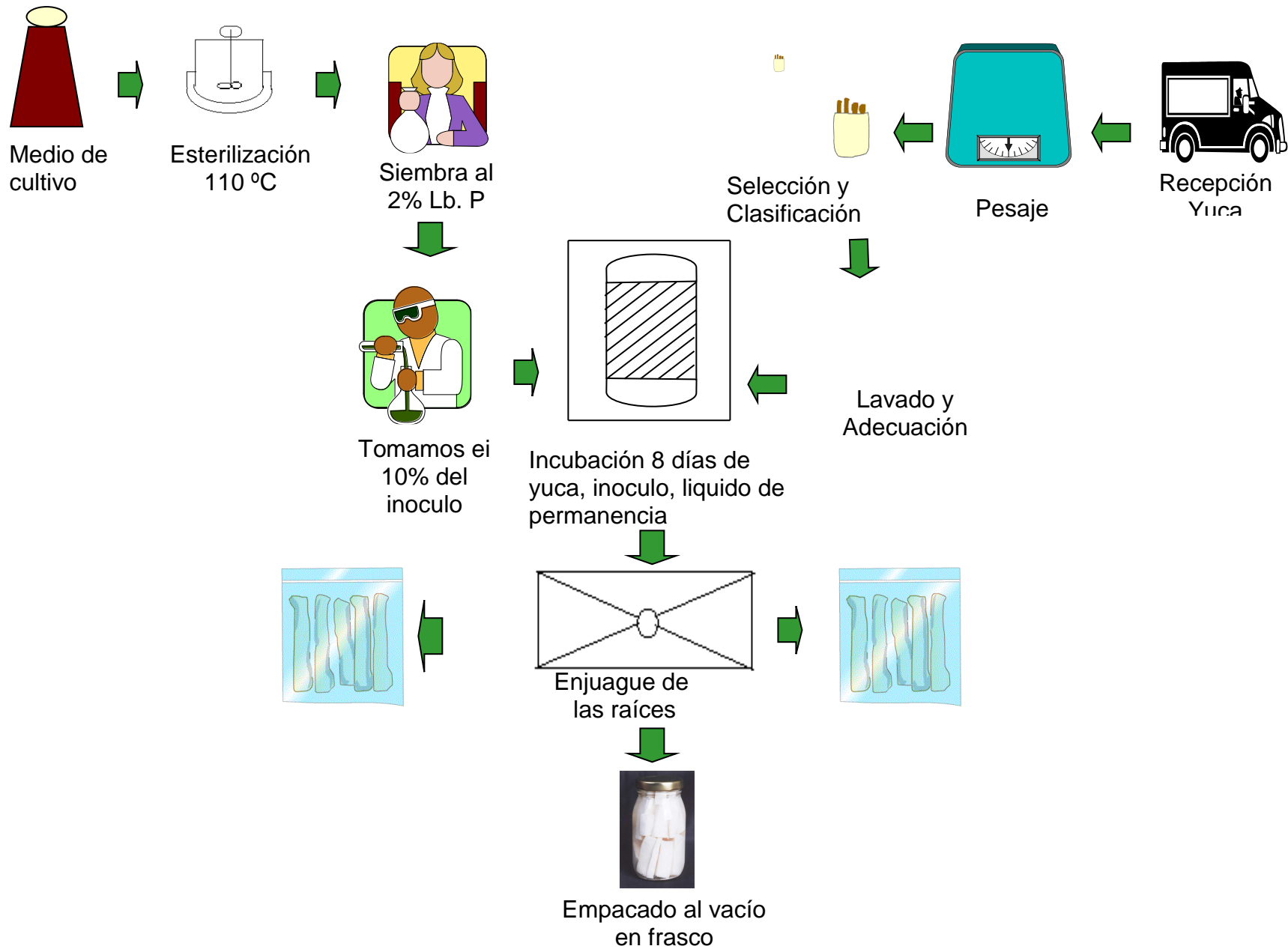
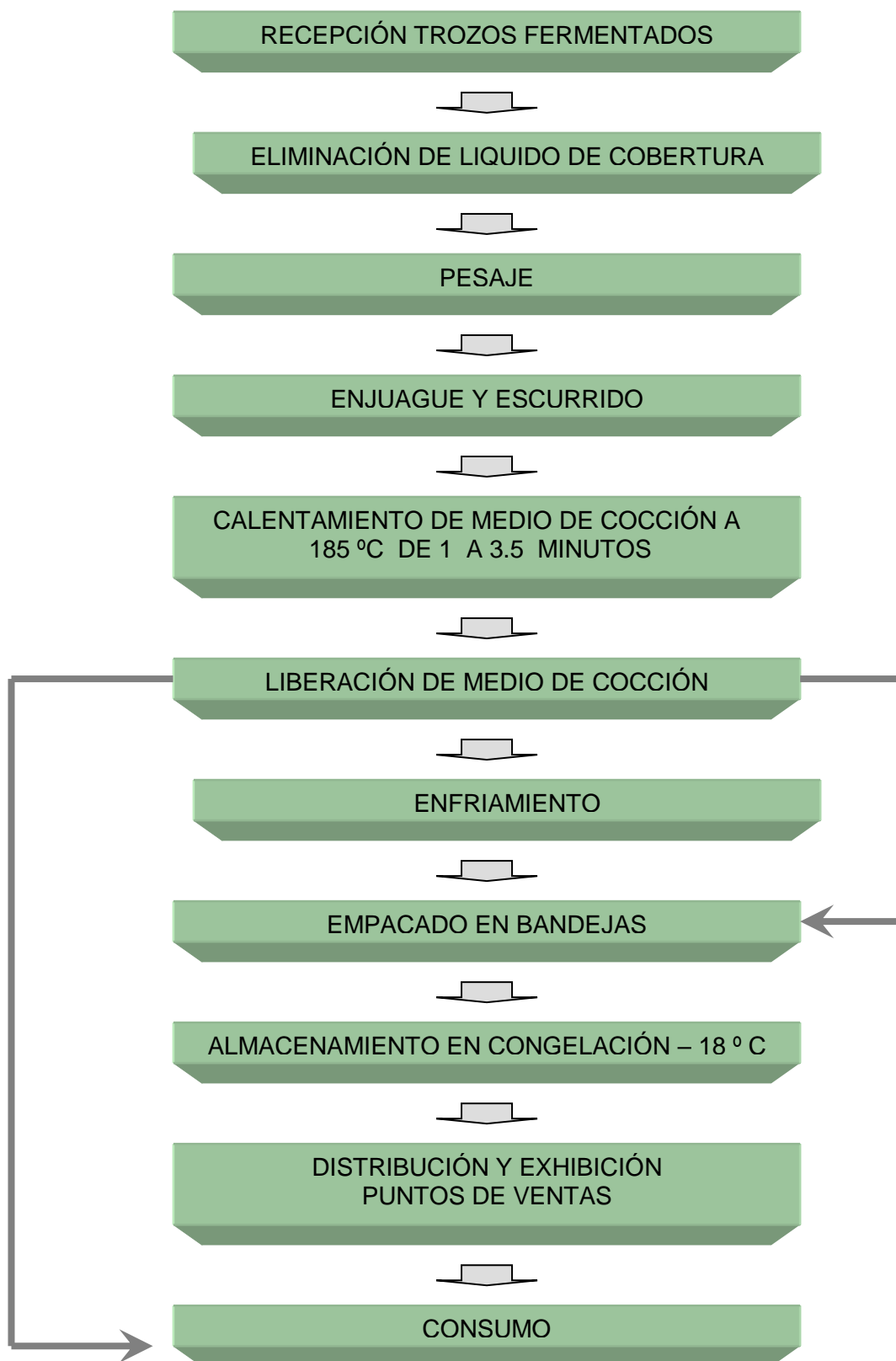


Figura 3. Proceso de tratamiento fermentativo con *Lactobacillus plantarum*



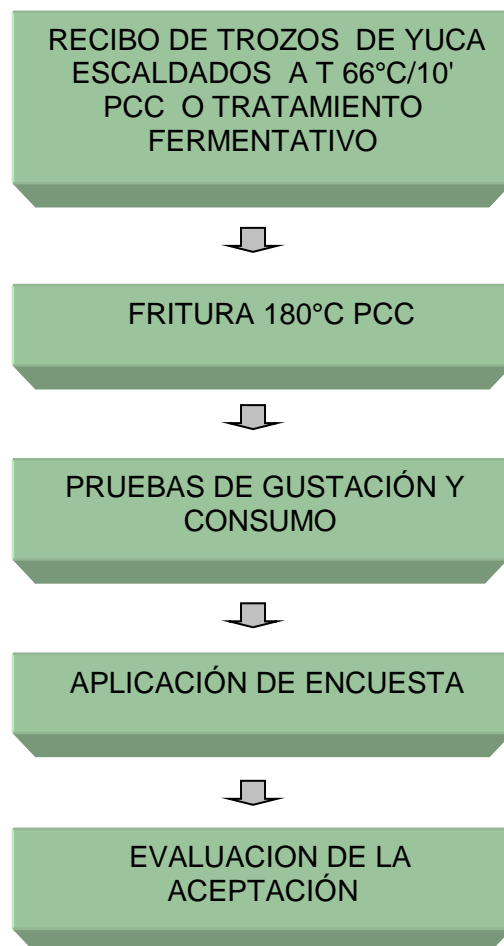
**Diagrama 7. Adecuación de trozos de yuca fermentados para el consumo**

## 2.8 ESTUDIO DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO POR TRATAMIENTO DE ESCALDADO Y FERMENTATIVO DE LA YUCA.

El objetivo es presentar los trozos de yuca frita al consumidor para:

- Su degustación.
- Generar encuestas del grado de aceptación.

En el Diagrama 8 se encuentra el procedimiento utilizado.



**Diagrama 8. Adecuación de las raíces de yuca tratadas para la exhibición y consumo.**

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Tabla 8. se muestra la forma como se realizó la clasificación de las raíces de yuca obtenidas de los diferentes acopios, y también se observa que existe un 15% de raíces de yuca que no cumplen con los parámetros de control de calidad, ya que presentan abrasión, golpes, rupturas, descascarado. Estos daños se deben al mal uso de algunos instrumentos para la agricultura como son barretones, gemelos, machete y barras delgadas los cuales causan heridas en la superficie de la yuca y posterior ataque microbiano. También influye el tipo de empaque que se utiliza al recolectar las raíces pues generalmente se utilizan costales de fique a los cuales se les adiciona alrededor de 65 Kg, de raíces de yuca, provocando que las raíces que se encuentran en el fondo del empaque sufran daños. Este 15 % de raíces de yuca maltratadas se considera como una pérdida de materia prima.. Ver Anexo D.

Del proceso de selección realizado se obtuvo un 75% de las raíces de yuca en condiciones adecuadas para los tratamientos de encerado, escaldado y tratamiento fermentativo, es decir de los 1000 Kg. seleccionados, eran aptos para el tratamiento 750 Kg.

**Tabla 8. Selección de las raíces de yuca para los tratamientos.**

Total lotes	Kg cosechados de raíces de yuca = 1000 kg													
	Total cosechas realizadas y reporte de daños por cosecha en cada acopio													
	Acopi 0 1	Acopi 0 2	Acopi 0 3	Acopi 0 4	Acopi 0 5	Acopio 6	Acopio 7	Acopi 0 8	Acopio 9	Acopio 10	Kg total acopio	% Daños	— X	$\sigma$
1	5	20	10	8	7	5	16	19	20	10	120	1.7	12.0	6.14
2	6	8	6	7	6	7	7	5	9	9	70	1.5	7.0	1.33
3	10	13	6	5	7	8	5	6	8	7	75	1.5	7.5	2.46
4	9	6	9	7	13	8	8	15	5	5	85	1.4	8.5	3.27
5	11	7	9	3	15	15	8	5	12	5	90	1.5	9.0	4.18
6	17	19	18	11	10	10	15	10	20	10	140	1.6	14.0	4.21
7	20	15	20	25	21	19	13	17	22	28	200	1.6	20.0	3.97
8	2	3	7	8	9	5	5	5	5	6	45	0.8	4.5	3.95
9	15	10	5	10	5	5	15	18	10	2	90	1.6	9.0	6.17
10	7	20	3	9	13	5	5	15	8	10	95	1.7	9.5	5.21
Total											15%			
Promedio de daños											10.1			
Desviación estándar												40.89		



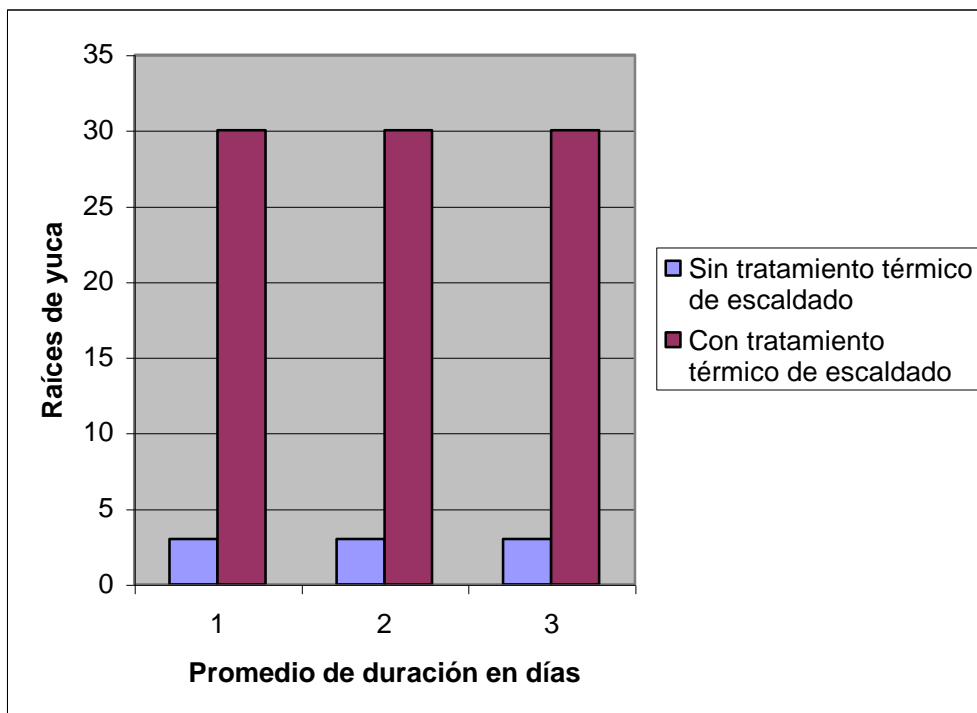
### 3.1 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO DE ESCALDADO.

Los resultados obtenidos con el tratamiento de escaldado se encuentran en la Tabla 9, en la cual se observa un mayor tiempo de vida en las raíces de yuca que se sometieron al tratamiento frente a las que no se sometieron.

**Tabla 9. Resultados obtenidos con tratamiento térmico de escaldado.**

Lote	Raíces de yuca – Duración en días	
	Sin tratamiento de escaldado	Con tratamiento de escaldado
1	3	30
2	3	30
3	3	30

En la Figura 4. podemos observar que el tiempo de vida útil es mayor en veintisiete (27) días en las raíces de yuca sometidas a tratamiento térmico de escaldado, el cual cumple con el principal objetivo que es alargar el tiempo de vida útil en las raíces de yuca. En este tratamiento térmico de escaldado no se efectuaron otros análisis microbiológicos ya que podemos encontrar las raíces de yuca conservadas por medio de este tratamiento en los diferentes almacenes de cadena nuestro principal interés en este tratamiento es el de efectuar una comparación en cuanto al tiempo de vida útil con respecto a los otros tratamientos ya mencionados.



**Figura 4. Tiempo de vida útil de las raíces de yuca sometidas a tratamiento térmico de escaldado y sin tratamiento**

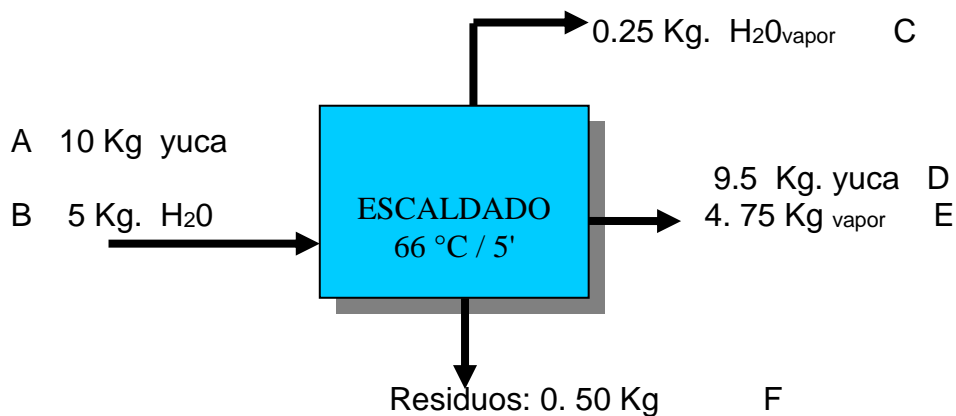
Los tratamientos tienen el objetivo de conservar las raíces de yuca, sin embargo estos tratamientos causan algunos daños a la materia prima. Los daños causados con los-tratamiento de escaldado se encuentran en la Tabla 10. donde puede apreciarse que la relación de daños en las raíces de yuca una vez realizado el tratamiento térmico (escaldado) minimizó el deterioro de las mismas generando mayor número de raíces óptimas para la comercialización comparados con las raíces que no son sometidas a ningún tratamiento.

**Tabla 10. Observación de daños en las raíces de yuca después del tratamiento térmico de escaldado.**

<b>Lote evaluado</b>	<b>% de raíces de yuca que reportan daño por tratamiento de escaldado</b>											<b>Promedio de daños %</b>
1	0.5	0.8	0.7	0.2	0.3	0.5	0.3	0.7	0.3	0.4	0.3	0.45
2	0.8	0.7	0.3	0.2	0.7	0.3	0.5	0.8	0.1	0.3	0.3	0.45
3	0.7	0.1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.5	0.8	0.5	0.4	0.1	0.45

A continuación se presenta para el tratamiento de escaldado el balance de materia y energía

### 3.1.1 Balance de materia



$$A+B = C+D+E+F$$

10 Kg de yuca + 5 Kg de agua = 0.25 Kg de vapor + 9.5 Kg de yuca + 4.75 kg de agua + 0.50 Kg de residuos

### 3.1.2 Balance de energía

A continuación se hallara el calor necesario para realizarle el tratamiento de escaldado. Este calor es la suma del calor requerido para calentar la yuca y el agua hasta 66 °C

$$S_1 = (0.008)(\% \text{ H}_2\text{O}) + 0.20 =$$

$$C_p \text{ apro} = (0.008)((0.625) + 0.20) = 0.205 \text{ KJ/Kgr}^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{yuca}} = MC_p\Delta T$$

$$Q = 9.5\text{Kgr} \times 0.205\text{KJ/Kgr}^\circ\text{C} \times (66 - 25)^\circ\text{C} = 17.3125$$

$$Q_{H_2O} = mC_pT$$

$$Q = 4.75 \text{ Kg} \times 1 \text{ KJ/Kgr}^\circ\text{C} \times (66-25) = 194.75 \text{ KJ}$$

$$Q_{TOTAL} = 212.0625 \text{ KJ}$$

Balance de energía de la yuca en el congelador

$$Q = mC_p \Delta T$$

$$Q = 9.5 \text{ Kg} \times 0.205 \times (-18-25)^\circ\text{C}$$

$$Q = -44.79 \text{ Kj} - 83.7425 \text{ Kj}$$

$$Q = -52.5825 \text{ Kj}$$

La cantidad de energía requerida para congelar 9.5Kg de yuca es de 52.5825 Kj.

### 3.2 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO DE ENCERADO.

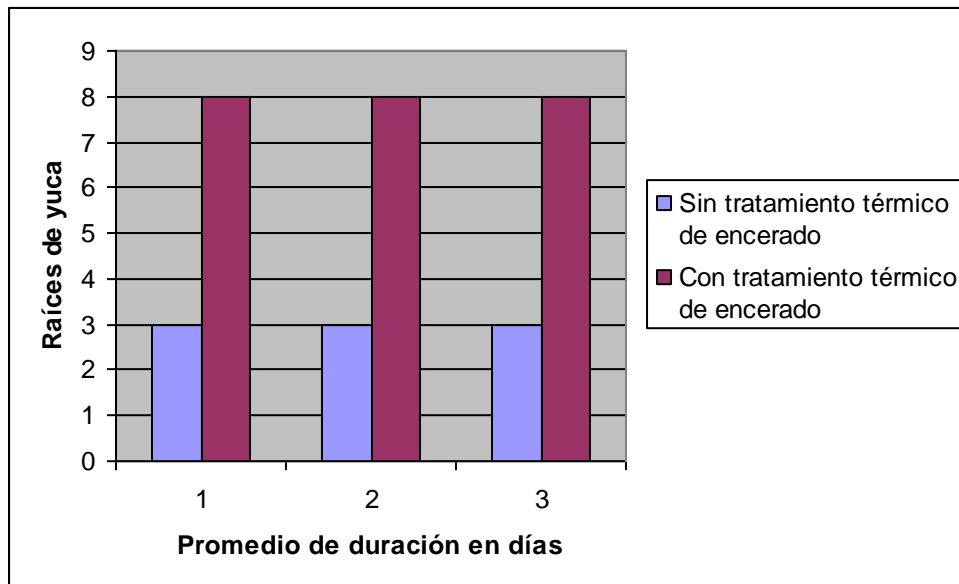
Los resultados obtenidos en este tratamiento térmico de encerado los podemos ver en la Tabla 11.

**Tabla 11. Resultados obtenidos en el tratamiento térmico de encerado**

Lote	Raíces de yuca – Duración en días	
	Sin tratamiento de encerado	Con tratamiento de encerado
1	3	8
2	3	8
3	3	8

En la Tabla 11 y en la Figura 5 se puede observar que las raíces de yuca con tratamiento térmico de encerado tienen un tiempo de vida mayor de cinco (5) días que las raíces de yuca que no han sido sometidas a tratamiento.

En este tratamiento térmico de encerado no se efectuaron otros análisis puesto de que en éste al igual que en el escaldado ya se están utilizando en la actualidad y el objetivo de la aplicación de este tratamiento es verificar el tiempo de vida útil de las raíces de yuca.



**Figura 5. Tiempo de vida útil de las raíces de yuca sometidas a tratamiento térmico de encerado y sin tratamiento**

En las operaciones de lavado, secado, y encerado de las raíces no se presentaron daños en las raíces de carácter significativo que las separara del proceso.

En el secado las pérdidas de raíces se debieron a una acumulación de cera en la superficie de las raíces por el mal volteo lo que generó un mal secado por falta de ventilación o a temperaturas inferiores de 55 °C de la cera.

Las raíces perdidas en la comercialización (exhibición) se debieron a daños ocasionados por la mala manipulación del cliente quien las parte para verificar la sanidad del producto objeto de compra.

De las raíces de yuca que se destinan al consumo existen mínimas pérdidas debidas al tamaño inadecuado dando como resultado trozos o colas que no estarían dentro de los tamaños a empacar. El otro factor que influye en estas

pérdidas es el tratamiento de encerado mayor a 65°C el cual puede causar daños en la superficie como levantamiento de la cáscara superior de la yuca.

**Tabla 12. Recopilación de datos experimentales y resultados de las raíces de yuca sometidas al proceso de encerado.**

<b>Materia Prima</b>	<b>Lote</b>	<b>Kg Cosechados de Raíces de yuca/Lote</b>	<b>Pasan selección como Raíces de optima calidad Kg</b>	<b>Lavado y secado de as raíces de yuca Kg</b>	<b>Raíces de yuca encerada Kg</b>	<b>Secado de raíces de yuca Kg</b>	<b>Exhibición de las raíces de yuca Kg</b>	<b>Consumo de trozos de yuca Kg</b>
Raíces de yuca	1	100	93	93	93	90	89	80
	2	50	43	43	43	44	43	40
	3	80	72	72	72	70	68	60
	4	30	28	28	28	25	23	20
	5	60	56	56	56	52	50	46
	6	90	85	85	85	83	78	73



### 3.3 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON LA BACTERIA *Lactobacillm plantarum*

En la Tabla 13 se encuentra registrado el pH y la Temperatura que se obtuvieron en la fermentación de las raíces de yuca con el *Lactobacillus plantarum* registrándose una disminución en el pH y conservando una temperatura constante.

**Tabla 13. Reporte de pH y temperatura tomados a las raíces de yuca en su proceso de fermentación**

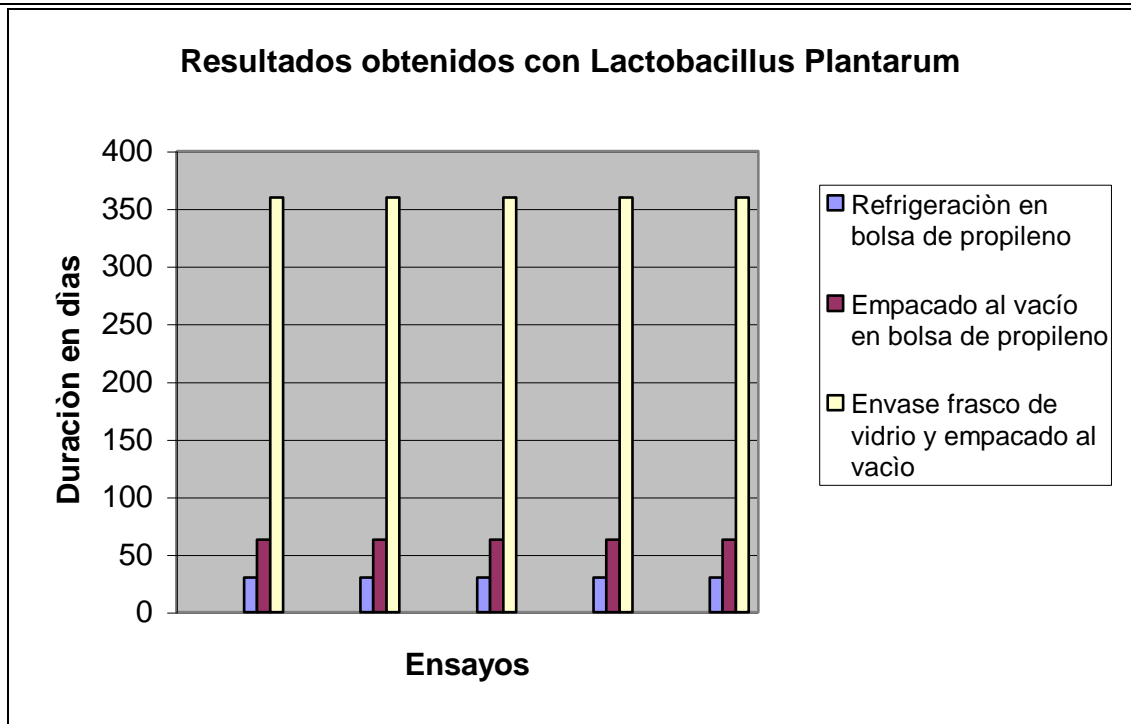
Día	Mes	Año	PH	Temperatura °C
16	02	2001	5.50	22
17	02	20011	5.45	22
18	02	2001	5.30	22
19	02	2001	5.20	22
20	02	2001	4.80	22
21	02	2001	4,70	22
22	02	2001	4.50	22
23	02	2001	4.40	22

**Tabla 14. Reporte de experimentación duración (días) de las raíces de yuca con. tratamiento fermentativo con bacterias lácticas *Lactobacillus plantarum*.**

Producto	Segundo y tercer ensayo con medio de cultivo de la bacteria <i>Lactobacillus plantarum</i> 1 dilucion		
	Duración en días		
Raíces de yuca pelada y Adecuada para cada ensayo	Congelación en bolsa de polipropileno	Empacado al vacío en bolsa de polipropileno	Envase frasco de vidrio y empacado al vacío
Ensayos	30	63	360
	30	63	360
	30	63	360
	30	63	360
	30	63	360

Las raíces de yuca se llevaron debidamente, peladas y lavadas en trozos de 7 a 10 cm. de largo y 1.5 a 2.5 cm. de grosor se colocaron en el fermentador con el líquido de permanencia y la bacteria durante ocho (8) días, luego se hizo enjuague y empaçado al vacío en bolsa plástica y en frasco de vidrio y refrigerada en bolsa plástica se utilizó 9Kg de raíces en todo el proceso, cada ensayo se realizó cinco veces.

En la Tabla 14 y en la Figura 6 están los resultados de la duración en días de las raíces de yuca sometidas al proceso de fermentación láctica con *Lactobacillus. plantarum* luego la yuca fue empaçada en frasco de vidrio y colocada a temperatura ambiente tiene mayor durabilidad, puesto que son las condiciones ideales para sobrevivir la bacteria. En las muestras refrigeradas, el frío inactiva la bacteria por lo cual su duración es mínima. Se realizó prueba microbiológica. donde la bacteria *Lactobacillus plantarum* permanece en UFC DE 160000 multiplicación exponencial de la misma bacteria en el anexo C se encuentra las pruebas microbiológicas.



**Figura 6. Resultados obtenidos de los tratamientos con la bacteria láctica *Lactobacillus plantarum***



**Figura 7. Yuca sometida a tratamiento fermentativo con bacteria láctica *Lactobacillus plantarum* y conservada durante un año.**

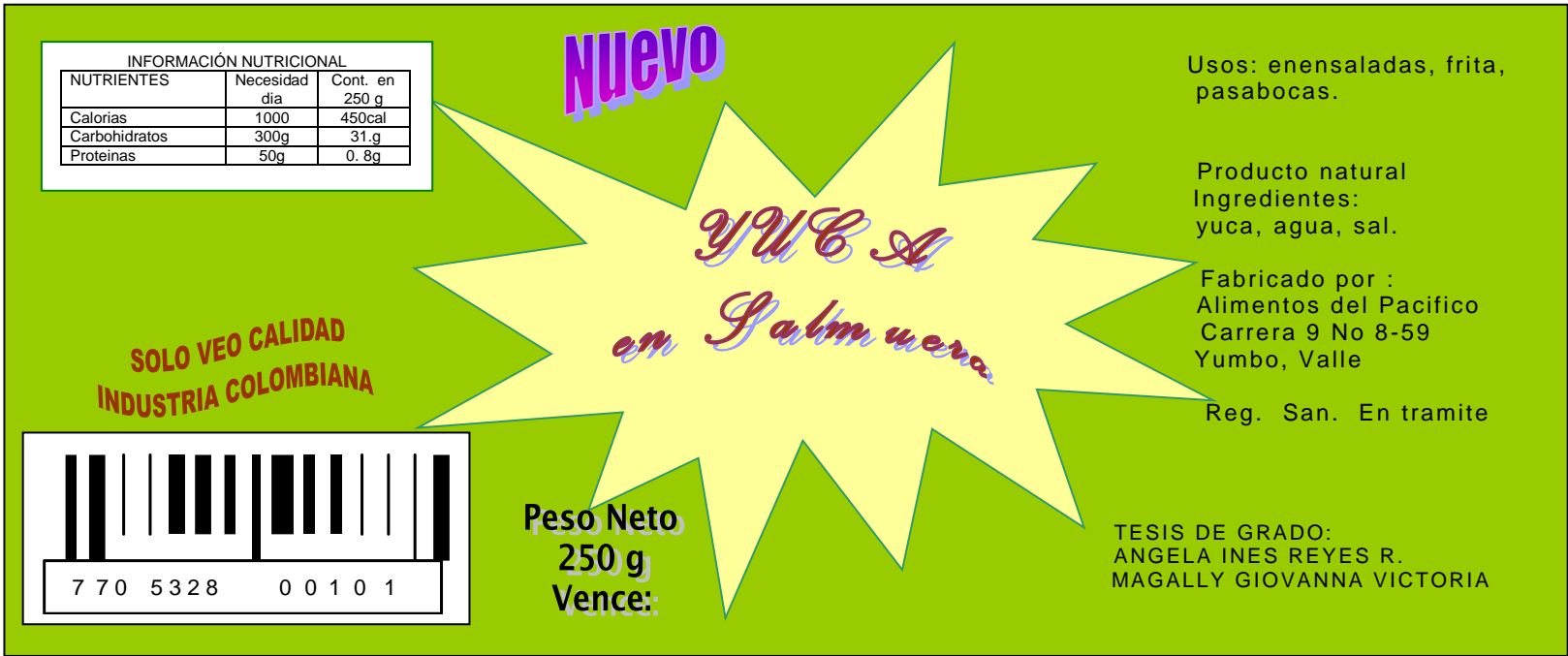


Figura 8. Diseño de etiqueta de Yuca en Salmuera

### **3.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE NIVEL DE AGRADO (ACEPTACIÓN) DEL PRODUCTO FRITO OBTENIDO POR TRATAMIENTO FERMENTATIVO CON LA BACTERIA.**

Se utilizó mediante el método de evaluación afectivo la prueba de nivel de agrado de la escala estructurada (Hedonic Test) o escala Hedónica, en la cual de acuerdo con el criterio personal-subjetivo se dio a conocer el agrado por parte del consumidor al realizar la degustación. En la prueba se evalúa la textura (crocante) y palatabilidad (sabor característico y suave) de los trozos de yuca, destinados al consumo. Esta prueba se repitió en cuatro oportunidades, con 25 personas cada vez para un total de 100 encuestados y la respuesta no varió en ninguna de las cuatro evaluaciones.

**METODOLOGIA:** se presentaron trozos individuales de yuca fritos, en diferentes sitios: (oficinas, colegio, universidad, supermercado) con horarios y formato igual donde el cliente marcó con una equis la evaluación pertinente a su gusto en la escala estructura donde se especifican por el consumo de los trozos de yuca. Todos estos datos se contaron y se reportaron en la escala hedónica no estructurada donde las especificaciones para el consumidor se basan solamente la sensación evaluada de gusto, indiferencia y disgusto y cada uno de estos parámetros equivale al 100% dentro de su apetencia de donde una vez efectuada la calificación del nivel de agrado se relacionó el porcentaje obtenido con el total. Se obtuvo un nivel de aceptación alto arrojando resultados del 90% en la sensación gusta mucho tomado desde el punto de vista que la yuca crocante y suave es la mejor opción para el consumo<sup>2</sup>. A continuación se presenta la escala estructurada y la escala no estructurada Hedónica utilizada en la encuesta.

---

<sup>2</sup> LEE R. Análisis de Alimentos Métodos Analíticos y de Control de Calidad- Acribia Base tomada de Proyecto de Investigación UNISUR PÁG. 130- Evaluación sensorial de PEDRERO

**Tabla 15. Escala Hedónica estructurada:**

Calificación (X)	Sensación
	Gusta mucho
	Gusta poco
	Me es indiferente
	Me disgusta
	Disgusta mucho

Escala Hedonica no estructurada



A continuación se presenta la encuesta presentada al consumidor:

CONSUME USTED YUCA ? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

LA CONSUME FRITA ? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

OTRAS PRESENTACIONES \_\_\_\_\_

La anterior pregunta se realizó verbalmente para descartar inmediatamente a los no consumidores. Se contaron en la encuesta verbal que 16 personas no tenían ninguna apetencia por el consumo de yuca, por lo tanto no hicieron parte de la encuesta. (ver tabla 16 )



**Tabla 16. Marque con una equis (x) el nivel de agrado de la degustación presentada.**

NIVEL DE AGRADO	TEXTURA Y CROCANCIA				
	RIGIDA	SUAVE	SABOR A COCIDO	PASTOSA HUMEDA	CROCANTE
Gusta mucho					
Gusta poco					
Me es indiferente					
Me disgusta					
Disgusta mucho					

Contadas las muestras se obtuvo que el 90% de los encuestados marcaron la opción "gusta mucho", la cual se encuentra en la escala no estructurada "Gusta" para lo cual se tuvo en cuenta los parámetros calificados dentro de dicha opción que fueron las sensaciones de mayor calificación: suave y crocante. Se presentan en seguida los porcentajes totales obtenidos.

Escala no estructurada del resultado de la encuesta.



Con el 90% de las respuestas se presenta los resultados obtenidos por cada diez consumidores representativos del total de cada grupo. (Ver Tabla 17)

**Tabla 17. Prueba organoléptica de trozos de yuca fritos conservados con lactobacillus plantarum**

Nivel de agrado		200 / 4 Muestras
		Porcentaje de agrado
5	Gusta mucho	70
4	Gusta poco	20
3	Me es indiferente	6
2	Me disgusta	3
1	Disgusta mucho	1

FUENTE: los autores

La degustación se hizo en cuatro partes diferentes y se dio en degustación 200 muestras de las cuales coinciden en el porcentaje de agrado el 90% y reportaron indiferencia el 6%, teniendo como porcentaje de disgusto el 4 % pues la prefieren en otras preparaciones diferentes a la presentada tales como cocida y guisada

**Tabla 18. Pruebas organolépticas de trozos de yuca frita manejada con bacteria láctica *Lactobacillus plantarum*.**

No de prueba	Juez - consumidor					No evaluados que aceptan el producto
	Rígida	Suave	Escaldado (sabor a cocido)	Patosa húmeda	Crocante	
1	X	X	X	X	X	9/10
2	X	X	X	X	X	9/10
3	X	X	X	X	X	9/10
4	X	X	X	X	X	9/10
5	X	X	X	X	X	9/10
6	X	X	X	X	X	9/10
7	X	X	X	X	X	9/10
8	X	X	X	X	X	9/10
9	X	X	X	X	X	9/10
10	X	X	X	X	X	9/10
Total nivel de agrado respecto a cada parámetro evaluado %						90%

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los ensayos experimentales demostraron que en los tratamientos de conservación en donde se emplee la bacteria láctica deben realizarse a temperatura ambiente para evitar inactivación o mortalidad de la misma.

Se destaca la aceptación de la yuca conservada con bacteria láctica ya que aporta un ligero sabor ácido que resulta agradable al paladar. Su perfil organoléptico le da características especiales que pueden compararse con las presentaciones tradicionales de las raíces de yuca llegando a ser comercial.

Se requiere apoyo estatal para fomentar la creación de empresas que procesen técnicamente las raíces de yuca, continúen las experimentaciones haciendo realidad su comercialización

Después del análisis realizado a los tratamientos que actualmente se le efectúan a las raíces de yuca para su comercialización, se observa que el tiempo de vida es menor comparado con el tratamiento con *Lactobacillus plantarum* puesto que se ha logrado conservar el producto en excelente estado durante un año conservando sus propiedades y físicas por lo tanto se recomienda este tratamiento para efectuarlo en mayor escala.

Se recomienda proseguir la investigación a cerca de las reacciones enzimáticas que puedan presentarse en el producto con la utilización de la bacteria.

## BIBLIOGRAFÍA

CORTES Manuel, SANCHEZ William. Proyecto de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Unisur, 1995.

CIRCULO DE LECTORES, Gran Enciclopedia Ilustrada de Circulo Diccionario de la lengua castellana Editorial Biblograf s. a. Barcelona Tomo 1, 437 pág 1989

E. GIRARD A. BRAUMAN, Laboratoire de Phisyologie et Metabolisme Celulaires (PMC) du Centre Orstom de Montpellier. 75 p.

HERNANDEZ- FRANCISCO, BRIZ volanova Conservas de Alimentos Ediciones Mundi-Prensa 1999 198 pág.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. Elaboración y presentación de trabajos escritos y tesis de grado. Bogotá ICONTEC 2002 98 p. NTC 1486(cuarta actualización)

INTERNET [www.corpoica.com.co](http://www.corpoica.com.co)

INTERNET [www.clayuca.co](http://www.clayuca.co)

OROZCO, Armando y AMAYA, Luis. Manejo Post-Cosecha y comercialización de yuca. -Convenio SENA-REINO UNIDO. Edición Magnitud Ltda, Pereira. 1998. 328 p.

PEDRAZA RONCANCIO , Jesús María. Yuca su cosecha y post-cosecha en la cadena de comercialización. Sena, NRI. DFID. Editorial Grafemas Ltda 2000, 36 p

PEDRERO F. Daniel L. , PANGBORN Rose Marie. Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Análiticos Editorial Alhambra Mexicana 1997 251 pág.

TOMPSON, Keith. Tecnología Post-Cosecha de frutas y hortalizas Convenio SENA-REINO-UNIDO. Editorial Keinesis, Armenia, GColombia. 1998. 262 p.

VALIENTE BARDERAS Antonio. Diccionario de Ingenieria Quimica  
Editorial Editorial Longman S. A. DE C. V. México 1999  
237 pág.

## **ANEXOS**

Anexo A. Matriz de impacto: base para realizar los ensayos 1ª etapa - lote 1

PROBLEMAS	RECOMENDACIONES	INDICADORES	RESULTADOS ESPERADOS
Del segundo y tercer día de vida útil de las raíces después de la cosecha.	Aplicar tratamiento químico a las raíces de yuca inmediatamente después de la cosecha. Realizar tratamiento térmico, encerado o tratamiento con bacterias lácticas <i>Lactobacillus plantarum</i> .	Días de vida útil de las raíces de yuca	Aumentar la vida útil de las raíces de yuca por más de siete días en fresco y por más de 25 días con los tratamientos Recomendados.
Pérdida del 20% peso de las raíces de yuca durante la comercialización por efectos del clima, y golpes en plaza de mercado. Primera evaluación al lote	Colocar las raíces en lugares que brinden protección de los efectos del clima Llevar a comercialización procesada en frascos de vidrio, bolsa plástica o tratada con <i>Lactobacillus plantarum</i>	Pérdida de peso de las raíces de yuca durante el período de mercadeo por deshidratación.	Reducir el 10% de las pérdidas de peso de las raíces en el próximo período de mercadeo

Esta matriz de impacto obedece a problemas detectados durante la cadena post-cosecha y que afectan la agroindustria del producto terminado ya sea: encerado, escaldado o en el manejo con bacteria Láctica.



Anexo B Matriz de impacto de la comercialización de las raíces de yuca . 2ª. Etapa lote 2

PROBLEMAS	RECOMENDACIONES	INDICADORES	RESULTADOS ESPERADOS
Pérdida del 15% de las raíces por la mala clasificación por parte del detallista	Aplicar tecnología de clasificación según requerimientos de los compradores.	% de raíces rechazadas por el consumidor	Reducir al 5% las pérdidas de las raíces en la próxima comercialización
El 20% de las raíces reciben maltrato físico por el uso de sobrellenado del costal de fique.	Cambiar a canastilla plástica el empaque utilizado para proteger las raíces, o reducir la capacidad del costal de fique. Utilizar empaques exclusivos para las raíces de yuca. Llevar las raíces en empaques finales luego de someter a tratamiento térmico o tratamiento con <i>Lactobacillus plantarum</i>	% de raíces magulladas, raspadas, heridas.	Reducir al 5% las pérdidas de las raíces en el empaque. Aplicar técnicas de cosecha. Aplicar al 20% de las raíces de yuca tratamientos de conservación ya sea térmico, o con bacteria láctica o aumentar el sistema de encerado de las mismas

Se evaluaron dos lotes donde la propuesta es reducir totalmente los daños generados en post-cosecha puesto que estos son los causantes en mayor proporción del azulado de las raíces.

## Anexo C

# MICROQUIM

LABORATORIO DE ALIMENTOS Y SIMILARES  
LTDA

LABORATORIO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-  
QUÍMICO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA MATERIAS PRIMAS,  
EQUIPOS, INSTALACIONES Y PERSONAL.  
PRODUCTOS SEMI TERMINADOS Y TERMINADOS  
AGUAS - AMBIENTES.  
CONTROL DE PLAGAS Y ROEDORES  
ENTRENAMIENTO DE PERSONAL ENTRE OTROS

RESOLUCIÓN MINSALUD No998 DE JUNIO DE 1986  
RESOLUCIÓN No 3283 DE NOVIEMBRE 25 DE 1991  
INFORME DE RESULTADO MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO -QUÍMICO

NUMERO DE ORDEN	26868			
ANAISI SOLICITADO POR	31. 525. 921 JHOANA VICTORIA			
DIRECCIÓN	CALLE 3D No 77-14			
NUMERO DE FAX				
CORREO ELECTRONICO				
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	YUCA EMPACADA AL VACÍO			
MÉTODO DE MUESTREO UTILIZADO				
MUESTREO REALIZADO POR	CLIENTE			
FECHA DE RECEPCIÓN	MIERCOLES 6 DE JUNIO DEL 2001			
FECHA DEL INFORME	SABADO 9 DE JUNIO DEL 2001			
CODIGO DE ANALISI MICROBIOLÓGICO	038 ALMIDON FECULA DE MAIZ- ICONTEC 926			
CODIGO ANALISI FISICO QUIMICO	000			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	PARAMETROS	MÉTODO UTILIZADO	FECHA
RECUENTO DE BACTERIAS MESOFILAS	164400 UFC/g	500UFC/g	SALUD PUBLICA	""
NMP DE COLIFORME TOTALES /G	MENOR QUE 3/g	MENOR QUE 3/g	SALUD PUBLICA	""
NUMERO COLIFORMES FECALES/G	MENOR QUE 3/g	MENOR QUE 3/g	SALUD PUBLICA	""
E. COLI	MENOR QUE 3/g	MENOR QUE 3/g	SALUD PUBLICA	""
ESTAFILOCOCO COAGULKASA POSITIVO	MENOR QUE 100UFC/g		SALUD PUBLICA	""
SALMONELLA/25g	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE EN 25/g	SALUD PUBLICA	""
BACILLUS CEREUS	MENOR QUE 100UFC/g		SALUD PUBLICA	""
RECUENTO DE HONGOS Y LEVADURAS		500UFC/g	SALUD PUBLICA	""

Informe parcial. Hay sello

DPTO FISICO QUIMICO                      FIRMADO                      FIRMADO  
CAROLINA LOPEZ DUQUE                      ROSA CASIGAS P  
DPTO MICROBIOLGIA                      DIRECTOR TECNICO

Los resultados de esta muestra solo afectan la muestra sometida al ensayo  
CARRERA 30ª NO 9ª -21 TELEFONOS 5565435-5578441 FAX 5580795 microquim @telesat. com. co

# MICROQUIM

LABORATORIO DE ALIMENTOS Y SIMILARES  
LTDA

LABORATORIO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO-  
QUÍMICO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA MATERIAS PRIMAS,  
EQUIPOS, INSTALACIONES Y PERSONAL.  
PRODUCTOS SEMI TERMINADOS Y TERMINADOS  
AGUAS - AMBIENTES.  
CONTROL DE PLAGAS Y ROEDORES  
ENTRENAMIENTO DE PERSONAL ENTRE OTROS

RESOLUCIÓN MINSALUD No 998 DE JUNIO DE 1986  
RESOLUCIÓN No 3283 DE NOVIEMBRE 25 DE 1991  
INFORME DE RESULTADO MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO -QUÍMICO

NUMERO DE ORDEN	26868			
ANAISI SOLICITADO POR	31. 525. 921 JHOANA VICTORIA			
DIRECCIÓN	CALLE 3D No 77-14			
NUMERO DE FAX				
CORREO ELECTRÓNICO				
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	YUCA EMPACADA AL VACÍO			
MÉTODO DE MUESTREO UTILIZADO				
MUESTREO REALIZADO POR	CLIENTE			
FECHA DE RECEPCIÓN	MIERCOLES 6 DE JUNIO DEL 2001			
FECHA DEL INFORME	Martes 12 DE JUNIO DEL 2001			
CODIGO DE ANALISI MICROBIOLÓGICO	204 LEGUMBRES EN SALMUERA- INVIMA			
CODIGO ANALISI FISICO QUIMICO	000			
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	PARAMETROS	MÉTODO UTILIZADO	FECHA
RECUENTO DE BACTERIAS MESOFILAS	164400 UFC/g	10.000UFC/g	SALUD PUBLICA	""
NMP DE COLIFORME TOTALES /G	MENOR QUE 3/g	MENOR QUE 3/g	SALUD PUBLICA	""
NUMERO COLIFORMES FECALES/G	MENOR QUE 3/g	MENOR QUE 3/g	SALUD PUBLICA	""
E. COLI	MENOR QUE 3/g		SALUD PUBLICA	""
ESTAFILOCOCO COAGULASA POSITIVO	MENOR QUE 100UFC/g		SALUD PUBLICA	""
SALMONELLA/25g	NO DETECTABLE		SALUD PUBLICA	""
BACILLUS CEREUS	MENOR QUE 100UFC/g		SALUD PUBLICA	""
RECUENTO DE HONGOS Y LEVADURAS	MENOR QUE 100 UFC/g	100UFC/g	SALUD PUBLICA	""

Ver anexo Hay sello es fiel copia del original

FIRMAO DPTO  
FISICO QUIMICO CAROLINA LOPEZ DUQUE ROSA CASIGASP  
DPTO MICROBIOLGIA DIRECTOR TECNICO

Los resultados de esta muestra solo afectan la muestra sometida al ensayo  
CARRERA 30ª NO 9ª -21 TELEFONOS 5565435-5578441 FAX 5580795 microquim @telesat. com. co

## Anexo D

CDU 635. 2

<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir la yuca destinada a ser consumida en estado fresco.</p> <p>2. DEFINICIONES CLASIFICACIÓN Y DESIGNACION.</p> <p>2.1 <i>Definiciones</i> para los efectos de esta Norma se establecen los siguientes:</p> <p>2.1.1 Yuca: Raíz tuberosa procedente de la especie <u>Manihot esculenta Crantz</u></p> <p>2.1.2 Daños mecánicos: Comprende las lesiones causadas por agentes físicos o roedores.</p> <p>2.1.2.1 Yuca cortada o con heridas: Aquella que presenta cortes o hendiduras, causados por algún instrumento de labranza cortante u otro cualquiera, con pérdida de la cáscara o la pulpa lo cual puede deteriorar la pulpa y la presentación del producto.</p> <p>2.1.3 Yuca torcida: Aquella que presenta su eje de desarrollo desviado.</p> <p>2.1.4 Yuca bifurcada: Aquella que Presenta una o más raíces secundarias desarrolladas sobre la raíz principal.</p>	<p>2.1.5 Yuca con nódulos: Aquella que presenta protuberancias debido al ataque de nemátodos.</p> <p>2.1.6 Yuca manchada: Aquella que presenta en la pulpa manchas grises, gris oscuro o negro o cualquier otro tipo de manchas.</p> <p>2.1.7 Yuca dañada: Aquella que ha sufrido deterioro en su color, olor y apariencia, debido a exceso de humedad, ataque de plagas o enfermedades, podredumbres o cualquier otra causa.</p> <p>2.1.8 Yuca pasada: Aquella que se ha cosechado tardíamente dando como resultado la aparición de fibras y consistencia quebradiza (vidriosa), o aquella que ha perdido sus características naturales, con la aparición de manchas en la pulpa durante el periodo de comercialización.</p> <p>2.2 <i>Clasificación.</i> La yuca destinada a ser consumida fresca se clasifica en dos calidades primera (1a) y segunda (2a) de conformidad con las condiciones generales indicadas en el capítulo 3 y los requisitos establecidos en el capítulo 4.</p> <p>2.3 <i>Designación.</i> La yuca para consumo fresco se designa por su nombre y calidad Ejemplo: Yuca para consumo, calidad 1a.</p>
--	---

<p>3.CONDICIONES GENERALES</p> <p>3.1 La yuca debe estar limpia, fresca, entera, libre de raíces secundarias, de heridas, cortaduras y nódulos. No debe estar torcida ni bifurcada y tener características de la variedad. Además debe estar libre de ataques de plagas, enfermedades (pudriciones<sup>9</sup> y olores y sabores extraños.</p>	<p>3.2 La pulpa debe ser<sup>5</sup> blanca o tener el color característico de la variedad sin manchas que indiquen que el producto ya esta pasado.</p> <p style="text-align: center;">REQUISITOS</p> <p>4.1 <i>Grados de calidad.</i> Las calidades se fijarán por las tolerancias para los defectos correspondientes en el capítulo 3, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1.</p>
---	--

Tabla 1 - Clasificación de calidades de acuerdo con los límites de defectos permitidos.

Calidad	Límites de defectos en porcentaje en masa (peso) por unidad de empaque					Tolerancias máximas totales permitidas en %
	Mezcla de variedades	Yuca con tierra e impurezas	Yuca con daños mecánicos	Yuca pasada o bifurcada	Yuca con daños por patógenos	
1 <sup>a</sup>	5	1	7	2	1	10
2 <sup>a</sup>	10	2	10	5	2	20

Para las características no incluidas en la Tabla 1 no se aceptarán tolerancias.

<p><b>5. TOMA DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN DEL PRODUCTO.</b></p> <p>5.1 <i>Toma de muestras.</i> Se efectuará de acuerdo con lo establecido en la Norma ICONTEC 756 (Primera Revisión).</p> <p>5.2 <i>Aceptación o rechazo.</i> La yuca que no cumpla los requisitos especificados en cualesquiera de los grados anteriores se considerará no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.</p> <p><b>7. EMPAQUE Y ROTULADO</b></p> <p>7.1 <b>EMPAQUE.</b> La yuca para consumo podrá empacarse en sacos de fique u otro material flexible apropiado, nuevos y con una capacidad máxima de 50 Kg. Las dimensiones de los empaques deberán ser 92 cm de longitud x 70 cm de ancho.</p> <p>7.1.1 Los empaques de fique utilizados deberán tener 16 hilos de urdimbre en 10 cm y 14 hilos de trama en 10 cm y a su vez deberán estar identificados con una divisa azul de 6 hilos de ancho.</p> <p>7.12 El empaque con su contenido deberá permitir su cierre juntando los dos orillos que forman la boca es decir que no se</p>	<p><b>7.1 Empaque (Cont)</b></p> <p>Permitirá la utilización de ningún tipo de relleno.</p> <p>7.1.3 No se permitirá la utilización de sacos de fique usados o de empaques que hayan contenido alimentos para animales cemento, fertilizantes, plaguicidas u otros productos que puedan ofrecer la posibilidad de cualquier contaminación e influir en la alteración del producto.</p> <p>7.2 <i>Rotulado</i> Las inscripciones en el rótulo se harán en el empaque, en una tarjeta unida al mismo en la planilla de remisión en forma legible a simple vista redactadas en español y en otro idioma si las necesidades de comercialización así lo dispusieran y de tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.</p> <p>7.2.1 En el rótulo deberá indicarse lo siguiente:</p> <p>7.2.1.1 Procedencia y fecha de empaque.</p> <p>7.2.1.2 Nombre o marca del productor o vendedor.</p> <p>7.2.1.3 Masa (peso), en kilogramos</p> <p><b>9. APÉNDICE</b></p> <p>9.1 <i>Antecedentes</i></p> <p>. Norma Peruana ITINTEC 011 110 Hortalizas. Yuca.</p>
--	---



