

**UNELLEZ**  
**VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA**  
**Y PROCESOS INDUSTRIALES**  
**PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR**  
**SAN CARLOS-VENEZUELA**



**COMPARACIÓN DE MÉTODOS COMBINADOS UTILIZANDO LA CUARTA Y  
QUINTA GAMA PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA YUCA (*Manihot  
esculenta*)**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero  
Agroindustrial**

**Autores.**

**Br. Mederos P, Daniel A.**

**C.I. 24.246.134**

**Br Mercado P, Breilys N.**

**C.I. 26.145.326**

**Tutor(a).**

**Dr. Miguel Torrealba**

**San Carlos, Junio de 2017.**

## **DEDICATORIA**

Querremos dedicar este trabajo principalmente a **NUESTRO SEÑOR TODO PODEROS**, por ser compañero inseparable y siempre estar a nuestro lado ayudándonos en todas y cada una de las metas trazadas, la **FE** para que gracias a su **LUZ** nos muestre el camino del bien.

A nuestros **PADRES** quienes han sido los pilares de nuestras vidas y quienes se encargaron de crear en nosotros de los cimientos, de cuidarnos y protegernos y brindarnos apoyo incondicional en todo momento

A todas las personas, **FAMILIARES, AMIGOS, COMPAÑEROS DE VIDA**, quienes nunca han dejado de motivarnos para la lucha y seguir adelante, por el amor, cariño y estima que les tenemos a todos

Y por último, pero no menos importante, a nuestros **COMPAÑEROS DE ESTUDIO**, por la unión que nos caracterizó durante este corto pero importante e inolvidable tiempo que compartimos.

**A TODOS MUCHAS GRACIAS**

**Los Autores**

MEDEROS P. DANIEL A.

MERCADO P. BREILYS N.

## ***AGRADECIMIENTO***

Queremos agradecer, muy especialmente este Proyecto a **NUESTRA CASA DE ESTUDIO UNELLEZ** por brindarnos una formación profesional de calidad, durante estos cinco años de estudio y **A TODOS NUESTROS PROFESORES**, que con su comprensión, dedicación nos transmitieron los conocimientos para ser unos profesionales de altura y con los principios fundamentales de la **ETICA Y EL HONOR**.

Y a todos que se nos pueda escapar, por no recordar en este momento

**A TODOS TODITOS MIL GRACIAS**

**Los Autores**

MEDEROS P. DANIEL A.

MERCADO P. BREILYS N.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA -----	Pág. 2
AGRADECIMIENTO-----	Pág. 3
RESUMEN-----	Pág. 10
ABSTRACT -----	Pág. 11
INTRODUCCION-----	Pág. 12
CAPITULO I EL PROBLEMA	
Contexto y Descripción de la Necesidad -----	Pág. 13
OBJETIVOS	
General-----	Pág. 15
Específicos -----	Pág. 15
Justificación-----	Pág. 16
Alcances y limitaciones-----	Pág. 17
II MARCO TEORICO	
Antecedentes Teóricos-----	Pág. 18
Bases teóricas-----	Pág. 19
La yuca ( <i>Manihot Esculenta</i> ) -----	Pág. 19
Época de plantación-----	Pág. 20
Contenido de ácido cianhídrico-----	Pág. 20
Características relacionadas con la calidad química de las raíces o su composición--	Pág. 21
Métodos convencionales utilizados para prolongar la vida útil de la yuca ( <i>Manihot Esculenta</i> ) -----	Pág. 22
Alimentos de I Gama-----	Pág. 23
Alimentos de II Gama-----	Pág. 24

Alimentos de III Gama-----	Pág. 24
Alimentos de IV Gama-----	Pág. 24
Alimentos de V Gama-----	Pág. 25
Importancia de los alimentos de cuarta y quinta gama-----	Pág. 25
Conservación de alimentos-----	Pág. 26
<b>MÉTODOS DE CONSERVACIÓN</b>	
Conservación por calor-----	Pág. 26
Conservación por bajas temperaturas-----	Pág. 27
Conservación por reducción del contenido de agua-----	Pág. 29
Métodos biológicos-----	Pág. 31
Métodos combinados de conservación de alimentos-----	Pág. 35
Envasado en atmósfera modificada-----	Pág. 35
Métodos emergentes en la conservación alimentaria-----	Pág. 36
Método de la Petrifilm-----	Pág. 41
Bases Legales-----	Pág. 41
Formulación de sistema de hipótesis-----	Pág. 42
Formulación de sistema de variables-----	Pág. 42
Operalización de variables-----	Pág. 43
<b>III DISEÑO METODOLOGICO</b>	
Descripción del Diseño -----	Pág. 44
Tipo de Investigación-----	Pág. 44
Muestra-----	Pág. 44
Población-----	Pág. 44

Paradigma-----	Pág. 44
Enfoque-----	Pág. 45
Nivel-----	Pág. 45
Modalidad-----	Pág. 45
Diseño-----	Pág. 45
Matriz para el diseño de la investigación-----	Pág. 45
Técnicas de recolección de datos-----	Pág. 46
Metodología-----	Pág. 47
Proceso experimental-----	Pág. 48
Agua peptonada-----	Pág. 48
Esquema de dilución-----	Pág. 48
Siembra en placas de petrifilm-----	Pág. 49
Acidez-----	Pág. 49
Materiales, equipos y reactivos-----	Pág. 49
<b>IV IMPLEMENTACION DEL DISEÑO METODOLOGICO</b>	
Cálculos-----	Pág. 51
Análisis de resultados-----	Pág. 51
<b>V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
CONCLUSIONES-----	Pág. 68
RECOMENDACIONES-----	Pág. 71
BIBLIOGRAFIA -----	Pág. 72
ANEXOS-----	Pág. 76

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de uso de conservantes-----	Pág. 47
FIGURA 2. Esquema de diluciones-----	Pág. 49
FIGURA 3. Siembra en placas de petrifilm-----	Pág. 49

## ÍNDICE DE CADROS

CUADRO 1: Operalización de variables-----	Pág. 43
---	---------

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de raíces de yuca fresca (valores promedio) -----	Pág. 21
Tabla 2: Matriz de diseño con datos naturales-----	Pág. 45
Tabla 3: Matriz de diseño con variables experimentales-----	Pág. 46
Tabla 4: Niveles experimentales-----	Pág. 46
Tabla 5: Muestra de la Cuarta Gama-----	Pág. 53
Tabla 6: Muestra de la Quinta Gama-----	Pág. 53
Tabla 7: Muestra para aerobios-----	Pág. 54
Tabla 8: Matriz de diseño experimental-----	Pág. 54
Tabla 9: Descripción de las variables Y-----	Pág. 54

## RESPUESTA Y1 M Y L CUARTA GAMA

Tabla 10: Resumen de ajuste-----	Pág. 55
Tabla 11: Análisis de Varianza -----	Pág. 56
Tabla 12: Falta de ajuste-----	Pág. 56
Tabla 13: Estimaciones de parámetros-----	Pág. 56
Tabla 14: Estimados de parámetros ordenados-----	Pág. 56

## RESPUESTA Y2 M Y L QUINTA GAMA

Tabla 15: Resumen de ajuste----- Pág. 57

Tabla 16: Análisis de Varianza ----- Pág. 58

Tabla 17: Falta de ajuste----- Pág. 58

Tabla 18: Estimaciones de parámetros----- Pág. 58

Tabla 19: Estimados de parámetros ordenados----- Pág. 58

## RESPUESTA Y3 ACIDEZ TITULABLE

Tabla 20: Resumen de ajuste----- Pág. 60

Tabla 21: Análisis de Varianza ----- Pág. 60

Tabla 22: Falta de ajuste----- Pág. 61

Tabla 23: Estimaciones de parámetros----- Pág. 61

Tabla 24: Estimados de parámetros ordenados----- Pág. 61

## RESPUESTA Y4 PH

Tabla 25: Resumen de ajuste----- Pág. 62

Tabla 26: Análisis de Varianza ----- Pág. 62

Tabla 27: Falta de ajuste----- Pág. 63

Tabla 28: Estimaciones de parámetros----- Pág. 63

Tabla 29: Estimados de parámetros ordenados----- Pág. 63

## RESPUESTA Y5 HUMEDAD

Tabla 30: Resumen de ajuste----- Pág. 64

Tabla 31: Análisis de Varianza ----- Pág. 64

Tabla 32: Falta de ajuste----- Pág. 65

Tabla 33: Estimaciones de parámetros----- Pág. 65

Tabla 34: Estimados de parámetros ordenados----- Pág. 65

### ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1: Y1 para mohos y levaduras de la cuarta gama----- Pág. 55

Grafica 2: Y2 para mohos y levaduras de la quinta gama----- Pág. 57

Grafica 3: Y3 acidez titulable----- Pág. 60

Grafica 4: Y4 pH----- Pág. 62

Grafica 5: Y5 Humedad----- Pág. 64

Grafica 6: Perfil de Predicción ----- Pág. 66

## RESUMEN

En el amplio mundo de la conservación de los alimentos encontramos cinco gamas las cuales son integradas por el uso de métodos combinados complementadas con el uso de bajas temperaturas en este caso refrigeración, donde nos enfocamos en comparar la cuarta y la quinta gama, en pro de prolongar la vida útil de la yuca y así dar una respuesta a la problemática de pérdidas del producto, que enfrenta el sector Maraquita, mediante una serie de evaluaciones que determinaran cuál de estos métodos es el más efectivo, para ellos se realizaron encuestas con el fin de demostrar las perdidas post cosechas que tienen los productores y el manejo que se le realiza a este rubro, mediante una caracterización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se comprobara si el manejo que los productores realizan es el adecuado, de no ser así se establecerán una serie de parámetros adecuados para garantizar el buen manejo de este rubro y su calidad como producto terminado. Posteriormente se evaluará el efecto que tiene el ácido ascórbico y el benzoato de sodio sobre las respuestas de mohos, levaduras, acidez titulable, pH y humedad, para comprobar si el uso de estos conservantes genera un cambio significativo en estas variables, con el propósito de obtener un producto inocuo de calidad, que mantenga las propiedades naturales y la frescura del producto recién cosechado, como lo demandan los consumidores y de esta manera obtener un producto el cual se mantenga por más tiempo de almacenamiento, sin embargo esta valoración servirá para estipular cuál de los dos métodos aplicados tiene mayor efectividad sobre la vida útil de la yuca.

Ahora bien, se debe enfatizar que esta investigación se basa en dar una respuesta factible que pueda ser aplicada por productores de forma fácil y económica, ya que la explotación de este rubro, representa el sustento de sus familias, por lo cual se pretende disminuir las pérdidas generadas con el menor gasto posible, de manera que puedan maximizar sus ganancias y ofrecer un producto llamativo a la vista del consumidor y de fácil comercialización, aumentando los estándares de calidad del mismo, promoviendo el uso de nuevas tecnologías que fomenten el crecimiento y desarrollo de estos pequeños y medianos productores, modificando las prácticas artesanales, con el uso de procesos que se acercan a la producción industrial, es decir, una manufactura semi industrial que le agregue más valor a dicho producto.

## ABSTRACT

In the wide world of food preservation we find five ranges which are integrated by the use of combined methods complemented with the use of low temperatures in this case refrigeration, where we focus on comparing the fourth and fifth range, in favor of prolong the useful life of cassava and thus provide an answer to the problem of product losses, facing the Maraquita sector, through a series of evaluations that will determine which of these methods is the most effective, for them surveys were conducted in order to demonstrate the post-harvest losses that the producers have and the management of this area, through a characterization of the physical, chemical and microbiological parameters, it will be verified if the management that the producers carry out is adequate, otherwise it will be they will establish a series of adequate parameters to guarantee the good management of this item and its quality as a finished product. Later, the effect of ascorbic acid and sodium benzoate on the responses of molds, yeasts, titratable acidity, pH and humidity will be evaluated to verify if the use of these preservatives generates a significant change in these variables, with the purpose of obtain a safe product of quality, which maintains the natural properties and freshness of the product just harvested, as demanded by consumers and in this way obtain a product which is maintained for more storage time, however this assessment will serve to stipulate which of the two methods applied has greater effectiveness over the useful life of cassava.

However, this must emphasize that this research is based on providing a feasible response that can be applied by producers easily and economically, since the exploitation of this item represents the livelihood of their families, which is why it is intended to reduce losses generated with the lowest possible expense, so that they can maximize their profits and offer a striking product in view of the consumer and easy to market, increasing the quality standards thereof, promoting the use of new technologies that encourage growth and development it is these small and medium producers, modifying the artisan practices, with the use of processes that approach the industrial production, that is to say, a semi industrial manufacturing that adds more value to said product.

## INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos como bien sabemos es una técnica que se busca mejorar con el día a día, en pro de alargar la vida útil de los mismos, pero tratando de que mantengan la mayoría de sus características físicas, químicas y organolépticas, para que se acerquen más a sus estado fresco o natural, sin embargo también se busca la forma de que podamos reducir el tiempo al momento de cocinarlos, adaptándose así a la vida cotidiana de las personas y a su rutina de trabajo u ocupaciones, como respuesta a estas necesidades y después de muchos estudios realizados aparecen los alimentos listos para consumir.

En función a estas necesidades se establecen diversas gamas de alimentos, las cuales cada una se enfoca en métodos combinados distintos para la conservación de los mismos, sin embargo como objeto de estudio nos enfocaremos en la comparación de dos de ellos, como lo son la cuarta y la quinta gama, profundizando en los estudios realizados con la finalidad de ampliar nuestros conocimientos, para estudiar el tipo de metodología y matriz de diseño que se adapte mejor para determinar cuál de ellas es más eficaz.

Para este estudio se realizaron consultas bibliográficas de trabajos realizados por diferentes autores, en pro de ilustrarnos sobre los diferentes métodos combinados que conforman estas gamas de alimentos, el manejo de rubro en estudio y las características físicas y químicas del mismos, guiándonos hacia una evaluación experimental usando como apoyo programas estadísticos, con el propósitos de brindar una propuesta que responda a la problemática que se les presentan a los productores de la comunidad de Maraquita, donde demostraron las grandes pérdidas post cosechas de la yuca (*Manihot Esculenta*) por no poder comercializarla a tiempo ya que no le aplican ningún método de conservación.

De esta forma se les expondrá una posible solución para conservar este rubro por más tiempo, disminuyendo las pérdidas generadas e innovando el uso de nuevas tecnologías que complementen las prácticas post cosechas que ellos ejecutan para el sustento de sus familias.

## **CAPITULO I EL PROBLEMA**

### **I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las primeras técnicas de conservación de alimentos surgieron cerca de 30.000 años atrás cuando el hombre cazaba, pescaba y recolectaba frutos, años después se descubrieron otras técnicas de conservación como el agregado de azúcar para conservar las frutas, el secado de los granos o su transformación en harina, la conservación de la leche por fermentación y la fabricación de vinos y cervezas. Todo esto debido a que los alimentos se deterioran a causa de la acción de los microorganismos y utilizando estos métodos de conservación se eliminan o reducen la presencia de los mismos y su actividad enzimática (DA Silva, DA Silva, 1994).

Muchos años después a raíz de los avances de la tecnología se fueron desarrollando nuevos métodos de conservación, los cuales son por método frío: la congelación, ultra congelación y refrigeración, por métodos de calor: pasteurización, esterilización y escaldado, otros clasificados como métodos químicos en donde resaltan la salazón, ahumado y acidificación, los cuales se encuentran estrechamente ligados a la cuarta y quinta gama teniendo como principio único el de los alimentos listos para consumir (Resa, 2014).

En Venezuela se presenta mayor aplicación de la cuarta gama en grandes y pequeñas industrias como método de conservación masivo, mientras que la quinta gama se ha implementado en determinados alimentos por sus dos modos diferentes de manipulación tecnológica, es decir, un tratamiento térmico y un envasado complementado con frío.

Además de prolongar la vida útil de los alimentos, de igual forma se desea encontrar resultados deseados en intervalos de tiempo corto y conservar las características organolépticas del producto original.

La yuca es uno de los rubros con mayor aplicabilidad en el estado Cojedes, sin embargo, esta cuenta con un ciclo limitado, en la actualidad se ha convertido en el sustituto de la conocida arepa venezolana reemplazando su lugar en la mayoría de los hogares. Todo lo antes mencionado se ve afectado debido a que, Cojedes aún no cuenta con instalaciones que empleen a gran escala la cuarta y quinta gama.

En el municipio Ezequiel Zamora, se localizan sectores productores que explotan el rubro de la yuca tal como lo resaltan: el Ministerio de Agricultura y Tierra del Estado Cojedes

(MAT, 2016) y el Fondo de Desarrollo de Agrícola (FONDEAGRI, 2016); estos institutos enfatizan que los productores de la zona no logran comercializarla a tiempo ya que se cosechan en abundancia y su ciclo de vida es limitado, estableciendo un aproximado de pérdidas entre 60 a 80 kg de yuca de forma global en función a todos los productores.

## I.2 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

### I.2.1 Objetivo general

Comparar los métodos combinados utilizando la cuarta y quinta gama para prolongar la vida útil de la yuca (*Manihot esculenta*).

### I.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Diagnosticar el manejo postcosecha que le dan los comercializadores de yuca (*Manihot esculenta*) que se presenta en el sector Maraquita.
- ❖ Caracterizar parcialmente los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la yuca (*Manihot esculenta*).
- ❖ Establecer los parámetros de control adecuados en la conservación de la yuca (*Manihot esculenta*).
- ❖ Evaluar los parámetros microbiológicos del producto, Y1= Mohos y Y2= Levaduras.
- ❖ Analizar la variabilidad de los parámetros físicos y químicos en función a las respuestas, Y3=Acidez, Y4= pH y Y5= Humedad, en los métodos generados por la matriz.
- ❖ Determinar la eficiencia de los métodos utilizados mediante el estudio de la vida útil.

### I.3 JUSTIFICACIÓN

Una planta en el estado Cojedes que implemente la cuarta y quinta gama ayudaría al desarrollo industrial y brindaría la oportunidad de obtener productos con características organolépticas deseadas en corto tiempo, adaptándose así al ritmo de vida de las personas (Espinoza, 2016).

Es por esto que la presente propuesta se enfocó en fortalecer la cultura de la conservación de los alimentos brindándole a los productores conocimientos y alternativas aplicables en el momento de almacenar los rubros asegurando un mayor tiempo en el mercado, además le facilita a los consumidores la adquisición de un producto de calidad (López y Col).

La yuca (*Manihot esculenta*) aportan vitaminas, fibras y minerales necesarios para el ser humano es por tal motivo que su ingesta es de gran importancia, sin embargo por ser altamente perecederos, la aplicación de estos métodos asegura la conservación de esas características deseadas. La comparación de la cuarta y quinta gama aquí estudiados brinda una mejor visión sobre cuál de estos métodos es más eficaz, actuando en función a la comparación de ellos para prolongar la vida útil y conservar las características organolépticas del producto terminado, ayudando así a los productores del sector Maraquita a reducir las pérdidas que se le generan y brindarle aplicabilidad tecnológica y un valor agregado al producto final todo esto con el objetivo de contribuir a la nutrición óptima disminuyendo los gastos (Rivas, 2014).

#### **I.4 ALCANCES**

1. El presente trabajo de investigación va a permitir estudiar la eficacia de la aplicación de la cuarta y quinta gama.
2. Aplicabilidad en otras industrias para su comercialización.
3. Lanzamiento de la presentación en trozos pequeños de yuca en bolsas como productos novedosos, seguros y de cómodo uso.
4. El estado cuenta con la fortaleza de formar profesionales en el ámbito agroindustrial, por ende el desarrollo de esta proceso forma parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, lo cual facilita la elaboración del producto.
5. En este estado Cojedes hay gran producción de este rubro por lo cual se tiene mayor accesibilidad a él.

#### **I.5 LIMITACIONES**

1. Rompimiento de la cadena de frío.
2. Accesibilidad a los reactivos e instrumentos a utilizar.
3. Obtención del envasado adecuado.
4. Dificultad para conseguir el agar y alto costo del mismo.
5. Falta de tiempo para realizar las evaluaciones debido a la dificultades para conseguir el agar y los reactivos.

## CAPITULO II

### II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

En el marco de las experiencias que anteceden a esta investigación se han considerado los siguientes trabajos:

El trabajo presentado por Sáez (2007), el cual se titula: “Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de calabacín (*Cucúrbita Pepo*)”. La metodología usada se basa en un estudio amplio sobre los procesos que permiten conservar este tipo de alimento de forma más óptima y eficaz, por tanto esta investigación proporciona a la presente características sobre la textura y concentración de ácido ascórbico, a través de los procedimientos usados de la V gama.

Al finalizar concluyen que el calabacín es una hortaliza óptima, partiendo del hecho de que en el troceado de la misma, es lo que ocasiona la disminución de las cualidades organolépticas, así como también destacan que los alimentos tratados térmicamente con anterioridad y luego refrigerados son los que mayor conservación pueden tener, debido a que elimina parcialmente la flora microbiana e inactiva la función de las enzimas.

Por otra parte, Hernández (2014) realizó el trabajo de grado titulado: “Innovación de los alimentos de cuarta gamma: evaluación entre la vida útil de los productos hortofrutícolas mínimamente procesados y la resistencia mecánica de las películas plásticas”, esta investigación se enfoca en analizar la relación en las características de desempeño o propiedades mecánicas de los empaques flexibles utilizados y la vida útil de los frutos frescos cortados, además, de observar la correlación entre el mercado oferente en Bogotá y la percepción del consumidor.

De lo anterior, se deduce que el aporte que ofrece a la presente investigación está ligado a la vida útil de los frutos frescos troceados, considerando que en este trabajo se estudiará la cuarta gama usando un tubérculo fresco cortado, se considerarán las evidencias encontradas de pérdidas de color y firmeza y el cambio en el olor y sabor del producto estudiado, analizando a partir de la comparación subjetiva y empírica entre los resultados de la quinta y cuarta gama, de esta manera establecer las recomendaciones necesarias para un buen manejo del tubérculo.

Para finalizar, el trabajo de grado presentado por Farfán y Mejías (2014), titulado: “Aplicación de tecnología de IV gama para la conservación postcosecha de Ñame (*Dioscorea spp*)”. Esta investigación se enfoca en dos ciclos, el primero consistió en la preparación de las concentraciones y el segundo comprendió los análisis fisicoquímicos del contenido de las diferentes muestras, investigación realizada bajo un diseño estadístico de metodología de superficie de respuesta (MSR) donde los datos obtenidos fueron utilizados para modelos lineales de segundo orden que sirvieron para obtener el comportamiento químico del ñame al variar la cantidad de conservantes, tales como: Metabisulfito de Sodio, Ácido Láctico y Cloruro de Calcio.

El aporte de la presenta investigación, se enfoca en la metodología empleada, así como también en los mecanismos de acción de los conservantes usados, en pocas palabras, se puede decir que es el trabajo más influyente, teniendo en consideración que su planeación y desarrollo se dio en los laboratorios de la UNELLEZ, por tanto su informe estadístico será una mejor referencia.

## **II.2 BASAMENTO TEORICO**

### **II.2.1 La yuca (*Manihot Esculenta*):**

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una especie de raíces amiláceas que se cultiva en los trópicos y subtropicos, es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad alimentaria de muchos países. Es considerado el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y su importancia también radica porque es fuente económica de calorías, especialmente para las personas de pocos recursos económicos y es el componente básico de la dieta de más de 1000 millones de personas en el mundo (Montaldo, 1991).

En Venezuela se producen alrededor de 330 mil 563 toneladas por año, en una superficie de 26 mil 292 hectáreas, y hay una disponibilidad bruta para el consumo humano de 238 mil 769 toneladas, según datos de la Memoria y Cuenta del Ministerio de Agricultura y Tierras 2010-2014.

Actualmente la yuca es el cultivo más extendido en Venezuela, producido a diferentes niveles y en casi todas las parroquias del país, refiere el Atlas VII Censo Agrícola de Venezuela.

La producción en Venezuela ha estado históricamente concentrada en la región Oriental, principalmente en los Llanos Occidentales y en los estados Zulia y Bolívar, aunque siempre se han observado plantaciones de menor significación en el resto del país.

Hoy día las entidades con mayor volumen de producción son Monagas, Sucre, Bolívar, Amazonas, Zulia y Barinas quienes concentran el 59% de la producción nacional.

Mientras el 41% se registra en los estados Barinas, Anzoátegui, Guárico, Portuguesa, Miranda, Trujillo y Apure. A nivel de rendimiento el estado Trujillo, pese a no estar en las entidades de mayor producción de este rubro, posee los valores de rendimiento más elevados del país, superando en más de 3 mil toneladas al promedio nacional.

La yuca pertenece a las raíces y tubérculos más consumida después de la papa y después de los cereales como el maíz, quienes lideran la mayor fuente de alimentos en los hogares nacionales (Espinoza, 2016).

### **II.2.2 Época de plantación**

La yuca puede plantarse en cualquier época del año, siempre y cuando exista humedad en el suelo. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de las investigaciones del INIA Barinas, se recomienda la siembra a entrada de lluvias (abril-mayo), siendo ésta la época más aconsejable, tomando en cuenta que el cultivo aprovecha toda la precipitación necesaria para su desarrollo; la siembra de norte o salida de lluvias tiene la desventaja de que si las plantas en su etapa crítica, durante los primeros 120 días, son afectadas por la sequía, por ataque de plagas como trips y ácaros o por enfermedades como pudrición de raíces en la etapa final del cultivo, serían afectados notablemente sus rendimientos (Torres, Moreno, Contreras, 2001).

### **II.2.3 Contenido de ácido cianhídrico**

La yuca contiene dos glucósidos cianogénicos llamados lotaustralina y linamarina, que se hidrolizan en presencia de linamaraza para dar ácido cianhídrico o prúsico en cantidades que pueden llegar a ser mortales. El límite máximo aceptado en la yuca fresca para consumo humano es 60 ppm; es decir, 60mg de cianuro por kilogramo de yuca fresca. Las variedades que poseen bajos contenidos de cianuro se han considerado como variedades dulces. La cocción de las raíces elimina el cianuro de los tejidos de la pulpa (Barona, 2015).

#### II.2.4 Características relacionadas con la calidad química de las raíces o su composición:

La variedad de la yuca y la edad del cultivo al momento de la cosecha, son variables que determinan el contenido de humedad y los niveles de cianuro que puedan presentarse en la etapa de su madurez y de cosecha. Estos dos aspectos son los aspectos más importantes al momento de hacer el control de calidad a las raíces frescas (Tabla 1) (Barona, 2015).

Tabla 1. Composición química de raíces de yuca fresca (valores promedio):

Parámetro	Valor
Valor Energético (calorías)	1460 Cal/Kg
Humedad (%)	66
Carbohidratos (%)	35
Proteína (%)	1,2
Grasas (%)	0,2
Fibras (%)	3,1
Cenizas (%)	1,9
Ca (mg/kg)	330
P (mg/kg)	440
Fe (mg/kg)	7
Vitamina A (mg/kg)	0,21
Tiamina (mg/kg)	0,6
Riboflavina (mg/kg)	0,8
Niacina (mg/kg)	6
Ácido Ascórbico (mg/kg)	360

Fuente: Estudios realizados por Barona en el año 2015.

#### II.2.5 Métodos convencionales utilizados para prolongar la vida útil de la yuca (*Manihot Esculenta*):

La yuca parafinada y la yuca encerada son dos productos comerciales que mantienen la raíz entera sin pelar, a la que se aplica parafina o cera natural como medio de preservación.

La parafina utilizada es la que normalmente se usa para la elaboración de velas comunes y las ceras naturales son de un grado alimenticio formulado especialmente para recubrir frutas y hortalizas.

El objetivo de la parafina y la cera es formar una película protectora sobre el peridermo de la raíz, con el fin de disminuir el intercambio gaseoso con el ambiente. Al reducirlo, la actividad enzimática se disminuye, retrasando los procesos de oxidación y pardeamiento enzimático. Se destaca que internamente siguen algunos procesos de oxidación sobre los carbohidratos y retrogradación del almidón, que deben tenerse en cuenta. Es importante mencionar que la parafinación no mejora la calidad de la yuca, sino que como método de conservación permite ser comercializada con mayores márgenes de ganancia al aumentar la vida útil.

Las raíces de yuca se deterioran rápidamente, y para consumo humano a condiciones normales, sin refrigeración, deben consumirse antes de 2 o 3 días después de la cosecha. El parafinado y el encerado realizado en raíces sanas y hasta dentro de las 24 horas siguientes a la cosecha, permite ser consumida sin refrigeración dentro de los 20 y 40 días después de la cosecha, siendo almacenada en condiciones atmosféricas normales, excepto que la raíz adquiere un sabor dulce, debido al proceso interno sobre los carbohidratos (Barona, 2015).

### **II.2.6 Yuca parafinada:**

Es una raíz de yuca sin pelar, que posee una cobertura de parafina, de forma similar a los quesos finos o las manzanas importadas que reciben una cobertura impermeable. En este caso, la parafina es un producto derivado del petróleo, la misma con la que se fabrican las velas comunes (Barona, 2015).

La parafinación logra los siguientes efectos en la yuca, que garantizan la conservación de las raíces:

- Inactivación parcial de las enzimas presentes en los tejidos de la yuca.
- Disminución notable de la permeabilidad al oxígeno y control indirecto de la acción de las peroxidasas.
- Reducción de la pérdida de agua.

- Disminución de la contaminación con microorganismos por la acción de las temperaturas altas producidas por el tratamiento.
- Control de las fermentaciones por disminución del recuento de levaduras.

### **II.2.7 Yuca encerada:**

Es una raíz de yuca sin pelar, con un recubrimiento de ceras naturales. Las ceras naturales utilizadas tienen un grado alimenticio formulado especialmente para recubrir raíces de yuca fresca. Las ceras son producidas con ésteres glicéridos de colofonia, que son utilizados como base de recubrimientos para frutas y otros productos alimenticios.

El uso de la cera en la raíz de la yuca:

- Se aplica a temperatura ambiente.
- Crea una atmósfera modificada pasiva.
- Reduce la tasa de deshidratación durante el período de almacenamiento.
- Reduce la tasa de respiración de las raíces de yuca.
- Da brillo duradero a la corteza de la raíz, proporcionándole una atractiva apariencia al producto.
- Alarga el tiempo de vida útil de la raíz de yuca.
- Es resistente al emblanquecimiento de la corteza de la raíz.
- Forma una barrera protectora física adicional contra el ataque de microorganismos.

### **II.2.8 Alimentos de I Gama:**

Está constituida por alimentos frescos, tales como frutas, hortalizas, carnes, pescados, mariscos, huevos y otros productos conservados mediante métodos tradicionales como la deshidratación, la salazón y la fermentación. Se trata de alimentos no transformados que no han sufrido ningún tratamiento higienizante. Por tanto, en general, son alimentos de riesgo, muy perecederos y que en la mayoría de los casos precisan refrigeración. Centrándonos en frutas y hortalizas, en la I Gama encontramos, además de productos frescos, frutas y hortalizas deshidratadas y encurtidas (Achón y colaboradores, 2003).

### **II.2.9 Alimentos de II Gama:**

Está constituida por alimentos que han sido sometidos a un tratamiento térmico para su conservación, normalmente una esterilización y que se han envasado en recipientes adecuados, herméticamente cerrados, ya sean latas o envases de vidrio. Son las llamadas conservas y semiconservas. Algunas semiconservas, como por ejemplo las anchoas, necesitan además refrigeración (Achón et al colaboradores, 2003).

### **II.2.10 Alimentos de III Gama:**

Son los alimentos conservados por frío, es decir, por congelación o ultracongelación. En estos casos los alimentos son sometidos a un proceso de congelación en crudo, por lo que es necesaria su descongelación para cocinar lo antes de ingerirlo. En estos productos es imprescindible que no se rompa la cadena de frío, por lo que se deben transportar en condiciones isotermas y respetando las condiciones de almacenamiento y uso (Achón et al colaboradores, 2003).

### **II.2.11 Alimentos de IV Gama:**

La IV Gama es una línea de hortalizas y frutas frescas, preparadas mediante diferentes operaciones unitarias tales como selección, pelado, cortado, lavado y envasado. Son conservadas, distribuidas y comercializadas bajo cadena de frío y están listas para ser consumidas crudas sin ningún tipo de operación adicional durante un periodo de vida útil de 7 a 10 días. En la actualidad, hay una gran variedad de productos, hojas de lechuga, de una sola clase o de varias, champiñón laminado, frutas cortadas, etc.

Tanto la preparación inicial como la conservación posterior de venir acompañadas de temperaturas reducidas, por encima del punto de congelación, para mantener el producto con sus características de frescura durante la distribución y congelación y, como es lógico, en el momento de su consumo. Con este sencillo proceso el producto mantiene sus propiedades naturales y de frescura, pero con la diferencia de que llega al consumidor, lavado, troceado y dentro de un envase.

Un aspecto de suma importancia es que los productos IV Gama son muy perecederos, incluso más que los productos crudos no procesados de los cuales provienen. La rotura del tejido por el corte su pone un incremento de la respiración y transpiración, q u e conduce a

un rápido deterioro del producto. Además, el corte aumenta la superficie de tejido susceptible de alteración microbiana (Achón et al colaboradores, 2003).

### **II.2.12 Alimentos de V Gama:**

En los últimos años ha surgido una nueva gama de alimentos, la de nominada V Gama, formada por aquellos productos cuyas formas comerciales implican haber recibido dos modos diferentes de manipulación tecnológica, es decir, un tratamiento térmico y un envasado, además del complemento del frío para su buena conservación.

Los alimentos de V gama son productos tratados por calor, listos para consumir y que se comercializan refrigerados. Incluyen una amplia variedad de productos, desde verduras cocidas hasta platos preparados a base de carne, pescado, pasta, arroz, etc.

Para su consumo sólo necesitan una mínima preparación o un calentamiento previo, en microondas u horno convencional.

Generalmente se envasan en material plástico, pudiendo ir también en atmósferas protectoras (vacío, atmósfera modificada, entre otros. El almacenamiento es hermético por lo que no hay riesgo de recontaminación tras la cocción.

La vida útil de estos productos varía entre 6 y 42 días dependiendo del tipo de alimento y el tratamiento térmico aplicado (Achón et al colaboradores, 2003).

### **II.2.13 Importancia de los alimentos de cuarta y quinta gama:**

Los alimentos de cuarta y quinta gama, que son los que se presentan preparados para su consumo inmediato e intentan simular la presentación en fresco o la cocina tradicional, son los productos que están experimentando una mayor expansión en la actualidad. Este rápido crecimiento es debido al avance de los nuevos hábitos de consumo, que demandan productos cada vez más elaborados, envasados y que conservan sus propiedades y su frescura.

Responden a las necesidades del nuevo consumidor, básicamente de perfil urbano, con menos tiempo para cocinar, mayor poder adquisitivo y que, para un consumo puntual o más frecuente, deposita su confianza en un preparado de caducidad corta. Son productos generalmente de mayor coste que sus análogos congelados o conservados mediante esterilización, pero cuentan con una mayor imagen de calidad y con una presentación que se

aproxima más al producto elaborado en el hogar, de mayor frescura y, en general, con mejor imagen que los congelados o las conservas.

Los alimentos de cuarta y quinta gama están teniendo gran éxito entre los consumidores y la principal razón puede encontrarse en las propias exigencias del consumidor, que consciente de su falta de tiempo y de su intento de recuperar el consumo de alimentos tradicionales propios de la famosa dieta mediterránea, encuentra en estos productos la respuesta a su dilema. Los productos de cuarta y quinta gama ofrecen comodidad, ahorro de tiempo y una presentación saludable y fresca (Achón et al colaboradores, 2003).

#### **II.2.14 Conservación de alimentos:**

El término conservación, de manera breve se define como “modo de mantener algo sin que sufra merma o alteración”.

La conservación de alimentos, en su contexto más amplio se puede definir como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismos patógenos y otros agentes responsables de su deterioro, y así permitir su consumo futuro.

La conservación de alimentos utiliza mecanismos tradicionales así como nuevas tecnologías, el objetivo principal es preservar el sabor, los nutrientes, la textura, entre otros aspectos. Si un producto no logra lo anterior, entonces la conservación no cumple su propósito (Dergal y Salvador, 1988).

#### **II.2.15 Métodos de conservación:**

##### **1) Conservación por calor:**

**Pasteurización:** La pasteurización se define como el “tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una adecuada relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de enzimas de algunos alimentos”.

En este método, la aplicación de calor es poco drástica, pues se efectúa a temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua (100°C), es decir, es un tratamiento térmico de baja intensidad (en un rango de 60 a 80°C). Por lo tanto, este método se emplea para aumentar la vida útil de los alimentos durante varios días, como la leche, o incluso meses, como la fruta embotellada, ya que su objetivo es la destrucción selectiva de microorganismos patógenos (algunas bacterias, mohos y variedades de levaduras) presentes en los alimentos, así como controlar la actividad de enzimas y procurar modificaciones mínimas en la composición

nutritiva y características propias del alimento. Las condiciones de pasteurización se deben definir para cada producto, según la composición de microflora y las propiedades del medio.

- La pasteurización alta se define como la aplicación de altas temperaturas (75-90°C) y tiempos cortos, entre dos y cinco minutos, afectando a los microorganismos, pero no a los componentes químicos; se aplica a productos como jugos de frutas, vinos, hortalizas encurtidas, etc.

- La pasteurización bajando la temperatura a 62°C por tiempos más prolongados, por lo menos media hora. Se aplica a los productos y derivados de la leche (NOM-130-SSA1-1995 y Bello, 2000).

**Esterilización:** Los procesos térmicos para lograr la conservación segura de los alimentos, se originó el término de “esterilización comercial”, que se define como el “tratamiento térmico aplicado al producto para la destrucción de todos los microorganismos viables de importancia en la salud pública y aquellos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución, sin la condición de refrigeración”.

Este método es el más fuerte, ya que el alimento se expone a altas temperaturas, superiores a los 100°C (en un rango de 115 y 120°C) por tiempos cortos.

Para efectuar un proceso de esterilización, se debe considerar la cantidad y la resistencia del pH de los alimentos, además de la termo resistencia de los microorganismos.

En la actualidad, existe otro proceso denominado UHT (Ultra High Temperature), cuya aplicación se produce en un rango de temperaturas de entre 135 y 150°C por tiempos muy cortos, de cuatro a quince segundos, y que garantiza la eliminación de microorganismos que generan esporas dañinas para la salud (NOM-130-SSA1-1995 et al Bello, 2000).

## 2) Conservación por bajas temperaturas:

**Refrigeración:** La refrigeración es el “método de conservación físico con el cual se mantiene un producto a una temperatura máxima de 7°C”. Como método que utiliza bajas temperaturas, es menos efectivo que la congelación, sobre todo porque la temperatura no es tan baja como para asegurar que la actividad de los microorganismos se detenga.

En esencia, la refrigeración es la absorción del calor para retardar su efecto y que comience el proceso de descomposición de los alimentos, debido a que el calor acelera el crecimiento y desarrollo de diversas bacterias, y el frío detiene este proceso.

Existen dos formas básicas de refrigeración: “naturales y mecánicas”

- En las formas naturales, se utilizan los derivados de la congelación como el hielo, el hielo seco, o simplemente que el producto o alimento se introduzca en agua que tenga profundidad, lo cual mantiene estable la temperatura y no permite que se acelere su deterioro.
- Las formas mecánicas se basan en un proceso de evaporación del refrigerante.

Líquido que está en el interior de una maquinaria, esto permite que el frío recorra constantemente el refrigerador y que la temperatura esté regulada de manera artificial, y muy por debajo de la temperatura del medio ambiente (NOM-185-SSA1-2002, Hernández y Correa, 2005).

**Congelación:** La congelación se define como “un método de conservación que no consiste en esterilizar los comestibles, pero si detiene el crecimiento y la multiplicación de los microorganismos”.

Existen otros métodos que pueden ser más efectivos para eliminar bacterias o microorganismos, sin embargo, el objetivo de la congelación es preservar el producto en condiciones naturales, sin agregar algún conservador.

Esto se puede considerar como una desventaja, pero no es así, la congelación no requiere de inversión, es decir, no se necesita agregar algún químico costoso, sólo se requiere un refrigerador en buenas condiciones, y en el caso de grandes cantidades de producto, entonces se necesita un refrigerador de proporciones industriales.

La congelación no esteriliza, sólo conserva; esto es positivo, ya que también previene que los agregados químicos se trasladen a otros alimentos. Una limitación de este método, es que si existe alguna contaminación, ésta también se congela, y se activará al descongelar el alimento, debido a que algunos microorganismos sobreviven al frío. Por ello, cuando se ha descongelado el alimento se debe cocinar inmediatamente, para evitar que los microorganismos comiencen a degradar el alimento.

En la industria, además del proceso de congelación, también se aplica el proceso de ultracongelación, el cual “consiste en una conservación a largo plazo, mediante la conversión del agua del alimento en hielo con gran rapidez y almacenamiento a temperaturas superiores a  $-18^{\circ}\text{C}$ ”.

La ultracongelación, se utiliza en una gran diversidad de productos, ya que alarga la vida de anaquel de los alimentos que son sometidos a este proceso(mínimo cuatro meses), entre

los cuales se pueden encontrar productos de carne, pescados, verduras, así como productos semi-elaborados como croquetas, hamburguesas, pescados empanizados, entre otros. Este método, también se utiliza bastante en procesos culinarios para almacenar materias primas (NOM-185-SSA1-2002, Hernández et al Correa, 2005).

**Liofilización:** La liofilización o también conocida como crio-deshidratación, es una variante de los métodos de conservación por reducción de contenido de agua y eliminación de calor.

Es un método muy utilizado, aunque se limita a productos alimenticios de elevado costo; su principal ventaja es mantener la apariencia y textura de los alimentos, y una excelente reconstitución a diferencia de los métodos de secado.

Esta tecnología consiste en someter al alimento a un proceso de bajas temperaturas (congelación) y bajas presiones, seguido de una sublimación. Este proceso se logra debido al denominado punto triple de las fases del agua, que permite el paso del agua sólida a vapor directamente, sin pasar por líquido (Bello, 2000).

### 3) Conservación por reducción del contenido de agua:

**Secado:** Mediante este proceso se elimina el agua en forma de vapor de los alimentos líquidos o sólidos, su finalidad es prolongar la vida útil de los alimentos.

La conservación se consigue debido a que se reduce la  $A_w$  a niveles en los cuales se disminuye y bloquea el crecimiento de microorganismos, inhibiendo de igual forma, la presencia de reacciones químicas y bioquímicas, por lo tanto, aumenta la estabilidad del alimento.

El secado se realiza mediante dos mecanismos: por una evaporación del agua que contiene el alimento y por la eliminación del vapor de agua que se forma. La deshidratación del alimento se puede realizar de forma parcial o total, depende de su finalidad. Para obtener un alimento de calidad, es indispensable cuidar la velocidad con que se realiza el secado.

- Secado por aire o por contacto: Se realiza a la presión atmosférica normal, aplicando la transferencia de calor por conducción (se emplea una superficie de contacto caliente) o convección (se emplea aire). Los equipos deshidratadores que se utilizan para provocar este secado artificial son: secadores solares (naturales o semiartificiales) y secadores por gas caliente (de horno, de bandeja, de túnel, por arrastre neumático y por atomización).

- Secado al vacío: Se realiza a presiones inferiores, logrando el vacío que facilita la evaporación del agua. Se realiza con equipos de bandeja al vacío.
- Crio-deshidratación o liofilización: Como ya se indicó, consiste en someter al alimento a un proceso de congelación seguido de una sublimación “paso del agua de estado sólido a vapor directamente, sin pasar por líquido” (Bello, 2005 y Kuklinski, 2003).

**Concentrado:** En este método de conservación se disminuye el agua a tal grado que la  $A_w$  del alimento es mínima y por tanto, se evita el desarrollo de microorganismos.

En la industria alimentaria, este método es muy empleado para concentrar alimentos líquidos como jugos de frutas, y para la obtención de néctares, jarabes, entre otros.

La concentración aumenta la vida de anaquel de estos productos, debido a que, además de disminuir la  $A_w$ , aumenta la concentración de azúcar o sal, inhibiendo la proliferación de microorganismos.

- Concentrado artificial: Producto que contiene sustancias aromáticas artificiales, que puede estar adicionado de sustancias aromáticas naturales, jugos de frutas y aditivos.
  - Concentrado artificial con jugo de fruta: Producto que corresponde por su composición a los concentrados artificiales, pero que contiene por lo menos 50% del jugo o pulpa del fruto o la cantidad equivalente de la fruta o jugo concentrado.
  - Concentrado de aceite esencial con jugo de fruta: Aceite esencial que contienen o menos de 50% del jugo o pulpa de la fruta correspondiente o su equivalente del jugo concentrado, pudiendo estar adicionado de aditivos con excepción de sustancias aromáticas sintéticas artificiales.
  - Concentrado de frutas: Producto que contiene 90% del jugo o pulpa de la fruta correspondiente o del equivalente de la pulpa o jugo concentrado, que puede estar adicionado de colorantes, emulsivos u otros aditivos, con excepción de sustancias aromáticas artificiales.
  - Concentrado no natural de aceites esenciales: Producto obtenido de los aceites esenciales naturales, que puede estar adicionado de jugos de frutas y otros aditivos, con excepción de sustancias aromáticas artificiales.
- ✓ Las tecnologías que se aplican para realizar la concentración en alimentos, dependen del tipo del alimento a concentrar y de los fines que se requieran, entre

las más aplicadas están: Evaporación: El agua se elimina por la aplicación de calor, hasta que el producto alcance la concentración de solutos que se desea. Se aplica en la elaboración de productos lácteos y zumos de frutas.

- ✓ Congelación: Se reduce la temperatura hasta conseguir la formación de cristales en el líquido, los cuales son retirados por centrifugación. Este proceso se aplica a vinagres, zumos de naranja, extractos de café, jarabes de azúcar, entre otros.
- ✓ Deshidratación azeotrópica: Es un proceso actual, que consiste en la combinación de un disolvente (como etanol), formando con el agua un alimento azeótropo, seguido de una destilación para separar el exceso del disolvente y del azeótropo; este proceso es aplicado principalmente para concentrados de zumo de frutas.
- ✓ Ósmosis inversa y ultrafiltración: Es un método que se basa en la utilización de membranas permeables al agua, que permiten un paso selectivo de moléculas, dependiendo de su tamaño. Es aplicado para productos lácteos, zumos de frutas, bebidas entre otros (Bello, 2000).

#### **4) Métodos biológicos:**

**La fermentación:** Requiere de otros elementos para la elaboración y producción de bebidas. La fermentación utiliza alcohol o ácido acético y una bacteria controlada que permita generar un fermentado manejable para la industria. Cabe destacar que también se usa en otros productos muy comerciales, como vinos, aceites, diversos tipos de vinagre y otras aplicaciones prácticas como las especias.

En la industria, la fermentación es muy útil, su aplicación se ha extendido debido a la demanda de productos de consumo básico como diversos embutidos, aceitunas verdes o negras, y una gran variedad de quesos.

Es importante utilizar bacterias para la fermentación, aunque éstas deben ser controladas de manera efectiva para evitar que el producto se descomponga y se desperdicie. Para evitar este riesgo, se utiliza la sal (cloruro de sodio), la cual evita la proliferación de gérmenes dañinos que afectan al producto.

La industria utiliza las técnicas de fermentación porque maximiza las ganancias de sus cosechas y no arriesga su producción. Al emplear este método, se pueden conservar los productos para cuando sean requeridos y utilizarlos todo el año, según su demanda.

Algunos tipos específicos de fermentación son:

- ✓ Fermentación acética: Esta fermentación es causada por bacterias como la acetobacter, la cual transforma el alcohol en ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH). Entre sus aplicaciones, produce por ejemplo, el vinagre. Este tipo de bacterias, si se comparan con las levaduras que generan alcohol, necesitan un suministro generoso de oxígeno para su desarrollo.
- ✓ Fermentación alcohólica: En esta fermentación, se utiliza preferentemente etanol, el cual requiere completa ausencia de aire (O<sub>2</sub>). Por lo tanto, se trata de un ambiente anaerobio. Los productos que se obtienen, por la presencia del microorganismo que convierte a los azúcares.
- ✓ Fermentación láctica: Esta fermentación utiliza un tipo de azúcar (glucosa) como mecanismo proveedor de energía, para producir ácido láctico, con el cual se elaboran una gran variedad de yogures naturales, bebidas probióticas y quesos en todas sus presentaciones. En algunos casos, la fermentación láctica puede pasar a una fermentación pútrida, la cual genera alimentos malolientes y manchas. Esto genera que aparezcan hongos que proporcionan un olor específico deseado en algunos productos, por ejemplo, el olor y aspecto característico del queso roquefort (Bello, 2000, Desrosier, 1981, Vanaclocha, Requena, 2003, Alais, 1970).

### **Antioxidantes y aditivos:**

**Los antioxidantes:** Los antioxidantes, que de manera natural se encuentran en las grasas, previenen los cambios oxidativos que producen ranciedad. Entre los principales antioxidantes que contienen algunos alimentos están la vitamina E, la cual se encuentra en mayor cantidad en alimentos de origen vegetal que en alimentos de origen animal. Sin embargo, estos antioxidantes no se encuentran en cantidades suficientes para evitar en su totalidad los cambios oxidativos que surgen cuando se almacenan los alimentos, por lo cual es imprescindible agregar antioxidantes que cumplan esta función de conservación.

Los antioxidantes pueden clasificarse en naturales, artificiales y sinérgicos de antioxidantes:

- ✓ Antioxidantes naturales: Entre los antioxidantes naturales que se emplean en la industria alimentaria están los siguientes:

- ❖ Ácido L-ascórbico que se utiliza en confitería, bebidas de frutas y conservas.
- ❖ Palmitato de ascorbilo.
- ❖ Tocoferoles, la mayoría se extraen de forma natural, se utilizan en aceites naturales o alimentos para bebés elaborados con cereales.
  - ✓ Antioxidantes artificiales: Los antioxidantes artificiales más utilizados son:
- ❖ Galatos de propilo y octilo, se utilizan en aceites vegetales y gomas de mascar.
- ❖ Butilhidroxianisol, un poderoso antioxidante utilizado en mantequillas, mantecas y margarinas.
- ❖ Butilhidroxitolueno, utilizado para prevenir la oxidación de productos grasos.
  - ✓ Sinérgicos de antioxidantes: Se ha demostrado que existen antioxidantes que al combinarlos con otro antioxidante o con un compuesto que por sí sólo no tiene poder antioxidante, aumentan su poder produciendo un efecto mayor que el que pueden causar solos, esto ayuda a que se disminuyan las dosis de antioxidante. A estos compuestos se les denomina sinérgicos de antioxidantes, entre ellos se encuentran:
    - ❖ Ácidos grasos y sus sales, como el ácido láctico, ácido cítrico.
    - ❖ Secuestradores de metales, que bloquean metales e impiden que éstos favorezcan otras reacciones no deseadas.
    - ❖ Existen otras sustancias como la lecitina que es utilizada en gomas de mascar y pastas para untar, y en ciertos productos derivados del romero”.

**Los aditivos:** Los aditivos para alimentos son “aquellas sustancias que se adicionan directamente a los alimentos y bebidas, durante su elaboración para proporcionar o intensificar aroma, color o sabor; para mejorar su estabilidad o para su conservación”.

En la industria alimentaria, uno de los principales usos de los aditivos es para la conservación de los alimentos, aumentando su vida de anaquel, sin dañar las propiedades nutricionales ni sensoriales del alimento, cumpliendo las expectativas del consumidor.

Se debe señalar que no en todos los casos es intencionada la adición de estas sustancias a los alimentos, de ahí que los aditivos comúnmente se dividen en dos categorías:

- ✓ Aditivos intencionales que se agregan al producto alimenticio con un objetivo específico: vitaminas, conservadores, colorantes y antioxidantes.

- ✓ Contaminantes no intencionales o incidentales son aquellos que no tienen una función específica en los productos pero que contaminaron al alimento en alguna fase de su proceso de elaboración (recolección agrícola, procesamiento, envasado o almacenamiento): pesticidas, insecticidas, detergentes, plomo, etcétera (NOM-130-SSA1-1995, Fox, Allan, 2007, Bello, 2000).

Entre los aditivos más utilizados y aprobados que se pueden encontrar en la mayoría de productos están:

- Colorantes: Curcumina, flavonoide, cochinilla, caramelo, bixina, beta-apo-8'carotenal y antocianos; clorofila y complejos de cobre, betacaroteno, capsantina, licopeno, xantofilas y betanina o rojo de remolacha.
- Acidulantes: Ácidos cítrico, tartárico, adípico y succínico y glucono- delta lactona.
- Edulcorantes: Sorbitol, manitol, aspartame, ciclamato sódico o potásico isomaltitol, sacarina, taumatina, maltitol, lactitol y xilitol.
- Potenciadores del sabor: Glutamato monosódico o monopotásico, guanilato sódico y maltol.
- Antiaglomerantes: Carboximetilcelulosa, estearato cálcico.
- Antiespumantes: Aceite de parafina, aceite de soja oxipolimerizado.
- Emulgentes: Lecitinas y mono o diglicerol de ácidos grasos.
- Espesantes: Carragenatos, goma guar, goma tragacanto, goma xantana y celulosa.
- Estabilizadores: Goma tragacanto y goma arábica.
- Humectantes: Lactato sódico.
- Conservantes: Ácido sórbico y sus sales sódica o potásica, ácido benzoico, parahidroxibenzoato de etilo, dióxido de azufre y sulfito sódico, nisina, nitrito potásico o sódico y los ácidos orgánicos acético, láctico, propiónico y málico.
- Almidones modificados: Almidón oxidado, almidón acetilado e hidroxipropil almidón.
- Gasificantes: Ácido L (+) tartárico, carbonatos de sodio, de potasio o de amonio.
- Gelificantes: Alginato sódico, agar-agar y pectinas.
- Sales fundentes: Ascorbato cálcico, lactato potásico, ortofosfato, polifosfato.
- Agentes de tratamiento de la harina: Ácido ascórbico, fisteína, cistina.

### **5) Métodos combinados de conservación de alimentos:**

En los alimentos conservados mediante calor se producen reacciones físicas y químicas que influyen en el valor nutritivo. La posibilidad de usar métodos de conservación basados en dos o más principios reduce la intensidad del térmico y mantiene las cualidades organolépticas en el producto final.

La tecnología de barrera o métodos combinados mejora la calidad de los alimentos mediante una combinación de obstáculos que aseguran la estabilidad y seguridad microbiana, así como propiedades nutritivas y económicas.

La aplicación de los métodos combinados permite conservar los productos elaborados a temperatura ambiente y se mantiene su seguridad microbiológica, por ejemplo: elaborar conservas de hortaliza aplicando un escaldado, y adición de químicos como ácido cítrico, láctico y acético.

Estos métodos combinados, también se emplean para la conservación de néctares, ya que los tratamientos térmicos son muy agresivos, y como se ha indicado con anterioridad, provocan una disminución en la calidad nutricional y organoléptica del alimento (como la desnaturalización de las vitaminas) y lo que se requiere es conservar estas propiedades.

Debido a que los microorganismos son los principales enemigos que se deben atacar, así como las reacciones bioquímicas naturales que sufren, entonces se manipulan las temperaturas con tratamientos no tan severos, pH, adición de antioxidantes, combinación de aditivos (disminuyendo las concentraciones), oxígeno y  $A_w$ , para lograr que el alimento conserve su valor natural, sin la presencia de tantos conservadores que pueden ser nocivos para la salud, y así aumentar la vía útil del alimento (Fernández, 2005).

### **6) Envasado en atmósfera modificada:**

La técnica de envasado en atmósferas modificadas es muy utilizada, debido a la oferta comercial de diversos productos alimenticios, ya que además de aumentar la vida útil de los productos, por su fácil manipulación, preparación y disponibilidad, hace más accesible su consumo.

Este envasado se aplica principalmente en los alimentos frescos de origen vegetal como frutas y hortalizas, las cuales se presentan de forma muy diferente a la convencional, en la que se llevaría más tiempo su preparación, ya que se pueden envasar crudas, cortadas, desinfectadas, etc., listas para su consumo (Bello, 2005).

**Tipos de gases empleados:** Las principales propiedades de los gases que se emplean para envasar con atmósferas modificadas son:

- ✚ N<sub>2</sub>: Se utiliza debido a que es un gas inerte; entre otras propiedades es insípido, incoloro, inodoro, insoluble en agua y en lípidos. Cuando se aumenta la concentración de este gas, disminuye de manera importante el O<sub>2</sub> evitando la proliferación de microorganismos aerobios y frenando las reacciones de oxidación. También es ideal para mantener firme la forma y el volumen del envase.
- ✚ O<sub>2</sub>: Al igual que el N<sub>2</sub> es un gas incoloro, inodoro e insípido, pero no es inerte. Al contrario, es un gas altamente reactivo, responsable de las reacciones de oxidación (como: oxidación de lípidos), pero es necesario para el metabolismo de frutas y hortalizas, permitiendo que maduren. Como conservador, evita el desarrollo de microorganismos aerobios altamente patógenos como el *Clostridium botulinum*.
- ✚ CO<sub>2</sub>: También es un gas inodoro e incoloro, pero con cierto sabor ácido. Tiene un efecto fungicida y bacteriostático que ayuda a la conservación del alimento, impide la formación de hongos y el crecimiento de bacterias nocivas a la salud, encargadas del deterioro de los productos alimenticios. Estas características aumentan en gran medida si se acompañan por bajas temperaturas (Kuklinski, 2003).

#### 7) **Métodos emergentes en la conservación alimentaria:**

**Altas presiones:** En el ámbito académico, al concepto de alta presión se le conoce como procedimiento de alta presión hidrostática (APH), y actualmente este conocimiento se ha posicionado fuertemente en la industria de los alimentos.

Este método se aplica en plantas industriales a gran escala y uno de los países con mayor crecimiento en esta técnica es España, no obstante otros países están considerando los nuevos avances para las industrias locales. Es importante destacar que este esfuerzo no proviene de acciones gubernamentales sino de la iniciativa privada.

Este método reemplaza la utilización de químicos y en algunos casos, a los procedimientos térmicos tradicionales. El método de alta presión presenta muchas posibilidades de crecimiento y desarrollo, ya que a diferencia de otros métodos, éste no se limita a la conservación de los alimentos, sino que se amplía para maximizar sus cualidades gustativas, así como de composición y forma física.

Un aspecto fundamental de este método, es que utiliza alta tecnología para inactivar las enzimas en los alimentos, y aunque otros métodos también lo ofrecen, la alta presión conserva una mayor proporción de nutrientes, sabores y aromas, los cuales quedan retenidos en el alimento.

Por lo tanto, la alta presión asegura que los alimentos que son sometidos a este procedimiento mantienen un sabor que con otros métodos no se logra.

Se conserva el aroma y un sabor fresco más consistente.

Sin embargo, este método tiene algunas desventajas, principalmente su elevado costo y las dificultades para la manufactura de las cámaras de alta presión. De este modo, las cuestiones logísticas representan un obstáculo para pequeñas empresas que no tienen posibilidad de acceder a este tipo de tecnología.

Así, la alta presión se origina como una tecnología emergente en la industria de los alimentos. Este método es eficiente en líquidos, así como en sólidos, a diferencia del método de pulsos eléctricos, el cual se utiliza generalmente en los líquidos, o la técnica de irradiación que se orienta a los alimentos sólidos. Por lo tanto, la alta presión tiene una posibilidad más amplia.

La alta presión alcanza temperaturas muy altas, en cambio los pulsos luminosos sólo pueden aplicarse para pasteurizar ciertos tipos de superficies y alimentos, específicamente diferentes materiales y tipos de envase.

La alta presión hidrostática (APH) se usa para disminuir los efectos agresivos que otros métodos producen, por ejemplo, la agresividad de los químicos.

No obstante, el tratamiento térmico es muy útil si se combina con altas presiones de manera controlada y equilibrada. Diversos estudios han comprobado “que el efecto antimicrobiano de las altas presiones se puede incrementar con calor, un pH bajo, dióxido de carbono, ácidos orgánicos, ultrasonidos, radiaciones ionizantes y bacteriocinas (como, por ejemplo, la nisina)” (Reventos, 2005, Calderón, 1998).

**Campos eléctricos:** Este método aplicado a los alimentos son los campos eléctricos. “El tratamiento mediante pulsos eléctricos de alto voltaje hace uso de la electricidad como fuente energética. El campo eléctrico es aplicado al alimento en forma de pulsos de decenas de miles de voltios, pero extremadamente breves de milisegundos”.

Existen productos que son encapsulados con burbujas de aire, pero éstos no son los más adecuados para un procedimiento con campos eléctricos, debido a que el encapsulado con aire presenta un riesgo muy alto de que se rompa con el paso del campo eléctrico.

Los campos eléctricos provocan la eliminación de los microorganismos, pero se requieren varios factores esenciales para que esto ocurra, como el nivel o grado y la intensidad de los campos eléctricos, aunque también se considera el lapso de tiempo del procedimiento.

Otro elemento crucial es el tipo de temperatura del producto y por lo tanto, los tipos de microorganismos que se deben eliminar. No es lo mismo una carne roja que un pescado, cada alimento debe tratarse de manera diferente.

Existen otras técnicas además de los campos eléctricos, como “los campos magnéticos oscilantes, pulsos lumínicos intensos, irradiación, aditivos químicos–bioquímicos y tecnología de barreras”. Cada método tiene sus propiedades específicas, sus ventajas y sus limitaciones. Más adelante, se detallará cada uno.

Los campos eléctricos pueden originar que los microorganismos y diversas enzimas se mantengan inactivos, esto se logra cuando la carga eléctrica afecta a las bacterias, es decir, las cargas mínimas pueden no afectar a los microorganismos, pero una carga intensa puede provocar que se detengan hasta el consumo (Barbosa, 1999, Calderón, 1998).

**Campos magnéticos:** En este método de carga de campos magnéticos ocurren diversas oscilaciones entre los polos, que generan una activación suficiente para afectar al alimento. El método podría provocar que los enlaces en las moléculas de los alimentos se rompan y que los microorganismos no se junten y descompongan el alimento porque tienen una polaridad diferente.

En las investigaciones de este innovador método se debe citar a Hoffman, quien indica que para que sea más efectiva la utilización de los campos magnéticos oscilantes se debe usar una “intensidad de flujo mayor a 2 T”. Al igual que Barbosa-Cánovas, Hoffman ha señalado que si la intensidad de las cargas son superiores o más altas a los 500 kHz tienen menos efectos positivos en los microorganismos, por lo cual, el nivel correcto de energía es de gran importancia.

Debido a que entre más energía, más se calienta el alimento, y esto puede provocar que las bacterias se desarrollen rápidamente, por lo cual, no se debe rebasar un mínimo de oscilación del campo magnético.

Así, se puede concluir que el campo magnético oscilante puede reducir la población de los microorganismos entre 102 y 103 microorganismos por gramo.

El grado de intensidad del manejo de la energía del campo magnético debe cumplir con los siguientes parámetros: “una variación entre 2-25 T y un tipo específico de frecuencias que vayan de 5-500 kHz”.

En la industria de los alimentos, este método se está abriendo paso a gran escala. No obstante, su aplicación todavía es experimental y sólo para grandes consorcios.

Las cargas magnéticas producen reacciones eléctricas, que permiten aumentar la permeabilidad de las membranas celulares por la “compresión y porosidad de la membrana”.<sup>126</sup> Sin embargo, esto es difícil de aplicar en una pequeña empresa para orientar este método a su producción (Sotelo, 2007, Pothakamury, 1993, Hofmann, 1985).

**Pulsos luminosos:** Los pulsos lumínicos están limitados para el tratamiento, esterilización y pasteurización de determinadas superficies; de este modo, esta técnica se aplica a los materiales y envases líquidos o sólidos.

Este método es de los más usados recientemente en las grandes empresas, debido principalmente a la gran demanda de producto, lo cual exige que se ofrezca a los consumidores, productos que puedan estar en los anaqueles mayor cantidad de tiempo.

Al igual que los métodos que se explicaron anteriormente, esta técnica tiene ventajas y desventajas; algunas de sus ventajas es que asegura un nivel muy alto de sanidad, higiene y esterilización, sin embargo, se limita a las grandes empresas debido a los elevados costos de producción, además, algunos esterilizados cuentan con patente y se debe pagar por su uso y explotación comercial.

En los pulsos luminosos es muy importante considerar los medios de propagación, tanto en los materiales, como en el control de calidad del producto terminado. Esta aplicación se utiliza para esterilizar el interior de la capa del envase, de tal forma que se envasa al vacío, debido al grado de confianza en el material esterilizado por este método.

Al igual que el método de campos eléctricos, este proceso tiene muy poca aplicación en la pequeña industria; y como el método de campos magnéticos, su gran limitación es el conocimiento que se requiere para aplicar fórmulas y planteamientos a una pequeña fábrica, lo que no ocurre con empresas transnacionales que cuentan con recursos, así como técnicos especializados para su funcionamiento (Vega, 1996).

**Irradiación:** La irradiación de los alimentos es una tecnología que está avanzando considerablemente, pero todavía existen pocas plantas que utilicen esta técnica. Este método es emergente debido a que es una alternativa, específicamente en el sector de los alimentos sólidos.

La irradiación es una técnica que potencializa la oportunidad de pasteurizar alimentos que se encuentran en estado de congelación. La irradiación ofrece una gran oportunidad de reemplazar ciertos conservadores químicos que se pueden considerar riesgosos.

La irradiación utiliza ciertos radiactivos electromagnéticos, conocidos como rayos gamma, que son extremadamente eficientes para eliminar bacterias y microorganismos. No obstante, esta técnica es muy discutida en la industria, y los consumidores cuestionan si es sana, segura y confiable.

Existen dos elementos fundamentales utilizados en la irradiación, “el cobalto 60 y el cesio 137, los cuales son dos isotopos radiactivos disponibles como subproductos de la industria energética nuclear”.<sup>128</sup> Cuando se utiliza la irradiación se consigue eliminar por completo las amenazas que descomponerlos alimentos como el moho, bacterias, levaduras, entre otras.

Para la aplicación de la irradiación existe una norma o regla conocida como dosis de radiación, es decir, hasta dónde es seguro radiar un alimento. Esta dosis se denomina (Gy) grados de gray. Un gray se puede considerar como una dosis por kilogramo. Cuando se usa la radiación, los rayos gamma que son los que actúan en los alimentos, son capaces y eficaces de entrar en los alimentos o en cualquier sustancia. La radiación logra su objetivo, eliminar a los microorganismos.

Este método de conservación no es único, es decir que existen variaciones sobre su aplicación, como la irradiación relativa y no absoluta. Existen tres niveles de tratamiento por radiación:

- “Radurización: bajas dosis-menores de 1kgy
- Radicidación: dosis moderadas 1 a 10 Kgy
- Radapertización: dosis elevadas mayores de 10 Kgy”.<sup>129</sup>

La irradiación también se puede definir como el “proceso tecnológico que aplica radiaciones ionizantes a un alimento con la finalidad de mejorar su estabilidad y mantenimiento durante prolongados periodos de almacenaje”. La diferencia de este método

con otros como la congelación, el refrigerado o hasta la alta presión, es que ninguno utiliza radiación para eliminar los microorganismos.

La irradiación es altamente efectiva, pero tiene dos grandes limitantes, una de ellas es su costo bastante elevado, y la otra se refiere a la seguridad para realizar los procedimientos. Por lo tanto, se puede concluir que no es método para pequeñas o medianas empresas, sino para grandes industrias que controlan ciertos insumos y productos básicos (Fox, 2007, Calderón, 1998).

#### **II.2.16 Método de la Petrifilm:**

El método de la Petrifilm es una técnica de utilizada para el conteo rápido de microorganismos para el desarrollo del mismo se utilizaron petrifilm TM para mohos y levaduras, las cuales contienen un medio de cultivo listo para usarse, que contiene un agente gelificante soluble en agua fría, nutrientes y un tinte indicador que promueve el contraste y facilita el recuento de las colonias (3M microbiology, 2006-02).

Mientras que para aerobios se usaron las petrifilm TM aerobic que son un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene nutrientes del agar standard method, un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte indicador de color rojo que facilita el recuento de las colonias. Las placas petrifilm AC se usan para el recuento de la población total existente de bacteria aeróbicas en productos, superficies entre otros (3M microbiology, 2006-01).

Para establecer el conteo de las colonias se realizó bajo las guías de interpretación de resultados de la empresa 3M microbiology, para el recuento de mohos, levaduras y aerobios, donde se muestran los patrones de comparación en función del crecimiento microbiano.

### **II.3 Bases legales**

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela puesta en vigencia en la Gaceta Oficial n° 36860 de Diciembre de 1999, señala en el artículo 305, del capítulo I, régimen socioeconómico y de la función de estado en la economía correspondiente al título VI de sistema socioeconómico, establece que el estado promoverá la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral a fin de garantizar la seguridad alimentaria de la población; entendida como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos en el ámbito nacional y acceso oportuno y permanente a estos, por parte del público consumidor. La seguridad alimentaria se alcanzara desarrollando y privilegiando la producción

agropecuaria interna, atendiéndose como tal las provenientes de actividades agrícolas, pecuaria, pesquera y acuícola. La producción de alimentos es de interés nacional y fundamental para el desarrollo económico y social (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela 1999).

La Ley Organica De Seguridad Y Soberanía Agroalimentaria puesta en vigencia en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.891 de la fecha 31 de julio de 2008 señala en el capítulo II de la inocuidad y calidad en la producción interna correspondiente al título IV de la inocuidad y calidad de los alimentos en la presente ley, que la calidad de los alimento destinados a satisfacer las necesidades de venezolanos y venezolanas es, como se ha visto, objeto principal de este decreto de rango, valor y fuerza de la ley orgánica. Por ello no se escapa a su desarrollo la delimitación de las disposiciones en materia de calidad e inocuidad de dichos alimentos. El desarrollo de estas normas ha sido establecido según su incidencia en la producción interna y en conjunto a las investigaciones y nuevas tecnologías, manipulación de materia prima, condiciones de conservación, análisis de riesgos y la aplicación de técnicas de almacenamiento partiendo de allí la normativa de calidad e inocuidad en la producción de alimento (LOSSA,2008).

#### **II.4 Formulación de sistema de hipótesis**

**II.4.1 Hipótesis alternativa:** En comparación, el método de la quinta gama dará un mejor resultado en el producto terminado ya que en el mismo se implementa un tratamiento térmico más refrigeración como complemento, mientras que en la cuarta gama predominan operaciones preliminares por ser un producto mínimamente procesado.

**II.4.2 Hipótesis nula:** En comparación, el método aplicado de la cuarta gama resaltara en calidad de resultados en el producto final ya que la ruptura de la cadena de frio implementada en ambos métodos representaría mayores consecuencias en la quinta gama debido a que la misma implementa un tratamiento térmico el cual va muy ligado a el proceso de refrigeración, aunque la cuarta gama también se verá afectada pero en menor proporción por ser un producto mínimamente procesado.

#### **II.5 Formulación de sistema de variables**

Variable independiente: Ácido Ascórbico, Benzoato de sodio.

Variable dependiente: físico (tamaño, grosor), químicos (pH, acidez, Aw, Humedad) y microbiológicos (solo para hongos y levadura)

## II.6 Operalización de variables

**Cuadro 1: Operalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Categoría escala</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Características microbiológicas</b>	<b>Mohos y Levaduras.</b>	<b>Ufc/g</b>
<b>Características químicas</b>	<b>Humedad, pH, Acidez.</b>	<b>%</b>
<b>Características físicas</b>	<b>Tamaño y Grosor</b>	<b>Cm</b>

**Fuente:** Datos propios.

## CAPITULO III

### III.1 MARCO METODOLÓGICO

#### III.1.1 Descripción del diseño

Este trabajo se enmarca bajo la modalidad de la “investigación”, la cual consiste en el estudio y la presentación de una propuesta para la solución de un problema, tal y como lo establece el artículo (8) de la norma transitoria del trabajo de grado para las carreras de ingeniería del vicerrectorado de infraestructura y procesos industriales de la UNELLEZ cuyo contenido textual es el siguiente:

*“Artículo 8: La modalidad de la investigación consiste en el estudio y la presentación de una propuesta para la solución de un problema, orientado a la ampliación y profundización de conocimientos de un área relacionada con la especialidad y debe contemplar la revisión de antecedentes, la fundamentación de la teoría y la aplicación de una metodología adecuada al tema”.*

**III.1.2 Tipo:** El tipo de la investigación es de campo, ya que se apoya en encuestas que se realizaron para diagnosticar el manejo postcosecha que le dan los comercializadores a la yuca, también la parte experimental se realizó en el laboratorio de microbiología de la UNELLEZ, dónde las muestras se recolectaron y llevaron a dicho recinto para sus análisis respectivos y consultas documental para evitar la duplicidad de trabajos y reconocer los trabajos antes realizados.

#### III.1.3 Población

La población de la investigación consistió en yuca de una producción determinada de 1 hectáreas, que fueron ubicadas en la parroquia San Carlos de Austria del Municipio Ezequiel Zamora del Estado Cojedes, específicamente en el Sector Maraquita.

#### III.1.4 Muestra

Las muestras consideradas para la investigación correspondieron a 2 kg de yuca blanca criolla tomados al azar en representación de la población que compone 1 hectárea.

**III.1.5 Paradigma:** El paradigma de la investigación es positivista, ya que se apoyó en datos cuantitativos de forma empírico-analítico, para dar respuesta a las hipótesis que se plantearan.

**III.1.6 Enfoque:** El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se recolectaron datos para probar cual método utilizado da mejor resultado para prolongar la vida útil de la yuca, con base en la medición numérica y análisis estadísticos que se le realizarán a la misma para probar la eficiencia de la cuarta y la quinta gama.

**III.1.7 Nivel:** El nivel de la investigación es exploratorio, ya que se efectuaron sobre la comparación de la cuarta y quinta gama para prolongar la vida útil de la yuca por lo que se desea adquirir una visión aproximada a la conservación del rubro en concepto.

**III.1.8 Modalidad:** La modalidad de la investigación de proyecto factible, ya que se elaboró una propuesta de un modelo operativo viable para prolongar la vida útil de la yuca, con una solución posible para los comercializadores de yuca en el sector maraquita a la problemática de las pérdidas que tienen en la producción de este rubro por no venderlo a tiempo.

**III.1.9 Diseño:** El diseño de la investigación es experimental, ya que se sometió la yuca a métodos combinados para observar así la comparación de los mismos con respecto a la vida útil del producto.

#### **III.1.9.1 Matriz para el diseño de la investigación:**

Se estableció para el diseño de la investigación una matriz factorial, en la cual se aplican 9 tratamientos a diferentes concentraciones donde se basó en los resultados que arrojó la matriz estadística y con tres puntos centrales para calcular el error presente en la investigación, estos resultados arrojados por la matriz están en una denominación de ppm/kg basados en lo que establece el Codex alimentario como norma general para los aditivos (Codex Alimentarius, 192-1995).

**Tabla 2:** Matriz de diseño con datos naturales.

Matrix de Diseño con Datos Naturales		
Corrida	X1	X2
1	1,00000	0,00000
2	0,00000	0,00000
3	0,00000	-1,00000
4	-1,00000	0,00000
5	1,00000	-1,00000
6	0,00000	1,00000
7	1,00000	1,00000
8	-1,00000	-1,00000
9	-1,00000	1,00000
10	0,00000	0,00000

**Tabla 3:** Matriz de diseño con variables experimentales.

Matriz de Diseño con Variables Experimentales						
X1 AC	X2 BZ	Y1 M y L AC	Y2 M y L BZ	Y3 AC T	Y4 pH	Y5 Hum
5	80					
7,5	80					
7,5	10					
10	80					
5	10					
7,5	150					
5	150					
10	10					
10	150					
7,5	80					
7,5	80					
7,5	80					

**Tabla 4:** Niveles experimentales.

Niveles experimentales			
Variable	-1	0	1
X1 (AC)	10	7,5	5
X2(SB)	10	80	150

Diseño Experimental: 3\*\*(2-0) Full Factorial Design, 1 Block, 9 corridas y 2 puntos centrales

**Fuente:** Matriz obtenida del programa Statistics.

### III.1.10 Técnica de recolección de datos

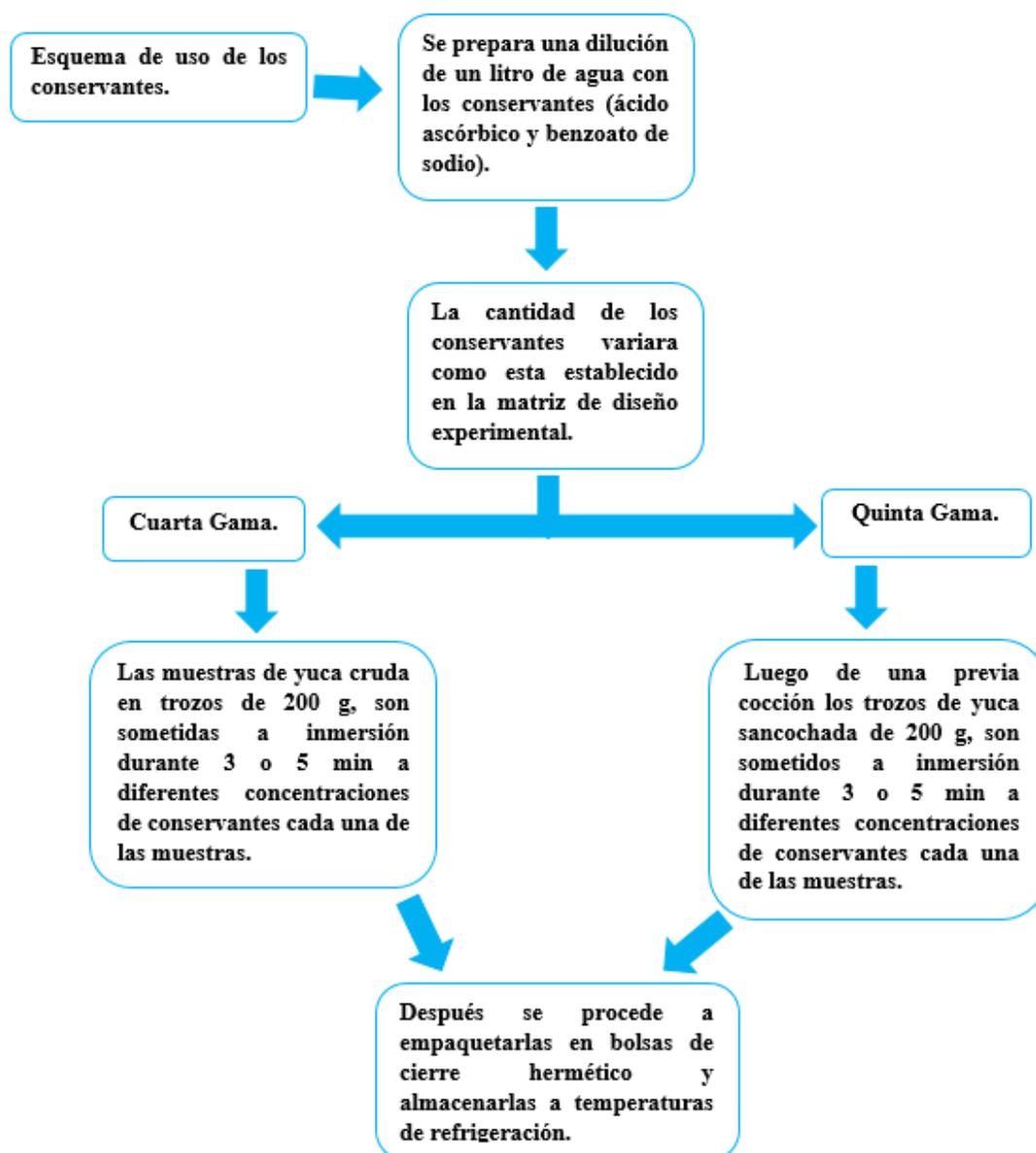
Por ser un proceso basado en la búsqueda, recopilación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales se concluye que es una investigación documental apoyada a su vez a la aplicación de un cuestionario auto administrado de tipo mixto, es decir, que combina preguntas abiertas y cerradas, plasmado en un formato (encuesta escrita).

Estrechamente ligado a una evaluación experimental apoyado en la obtención, análisis, interpretación y comparación de datos cuantitativos, obtenidos en el desarrollo de dicho estudio, mediante la evaluación algunas variables.

### III.2 Metodología:

Las muestras fueron tratadas con los conservantes, mediante la inmersión de las mismas en dos soluciones, una con ácido ascórbico y otra con benzoato de sodio con la finalidad de evitar el crecimiento microbiano, el pardeamiento enzimático y alargar el tiempo de conservación de las mismas, esto realizando cada tratamiento a concentraciones diferentes donde se basó en los resultados de la matriz obtenida en el programa Statistics, para comparar la eficacia de estos métodos con diferentes conservantes.

**Figura 1:** Esquema de uso de conservantes.



### III.2.1 Proceso experimental:

1) Elaboración del agua peptonada.

- a) Se realizaran botellas de diluciones donde serán 4 diluciones por cada muestra, donde serán 9 diluciones de 180 ml y 27 diluciones de 90 ml.  
0,5% de peptona + Agua destilada.

$$9 \times 180 = 1620 \text{ ml.}$$

$$27 \times 90 = 2430 \text{ ml.}$$

---

$$\text{Total} = 4050 \text{ ml al } 0,5\% \text{ de peptona.}$$

100 ml Agua destilada  $\longrightarrow$  0,5 g de peptona.

4050 ml de agua peptonada  $\longrightarrow$  X.

X = 20,25 g de peptona.

### III.2.2 Agua peptonada:

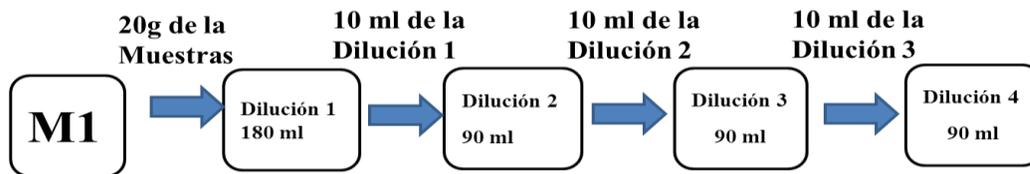
- Primero en una fiola de 5 litros estéril, se agrega los 20,25 g de peptona y luego se añade el agua destilada 4050 ml.
- Se agita suavemente hasta homogenizarla.
- Se procede a distribuir el agua peptonada en las 9 botellas de 180 ml y las 27 botellas de 90 ml.
- Después se lleva las botellas al autoclave para esterilizarlas a una presión de 16 PSI y temperatura de 120 °C por 20 min.
- Por ultimo al transcurrir los 20 minutos se procede a dejar enfriar hasta que lleguen a temperatura ambiente para hacer las disoluciones.

### III.2.3 Esquema de diluciones:

Se establecieron las diluciones tomando 20 gramos de cada muestra, la cual fue llevada a la botella de 180 ml como dilución 1 y se agita para homogenizar la muestra, luego de esa botella de 180 ml tomamos 10ml para llevarla a la botella de 90 ml como dilución 2 agita suavemente, así se continua con las demás disoluciones de la 2 a la 3 y de la 3 a la 4, este

procedimiento se realiza cada una con pipetas diferentes para llevarlo de una dilución más fuerte hasta una más leve.

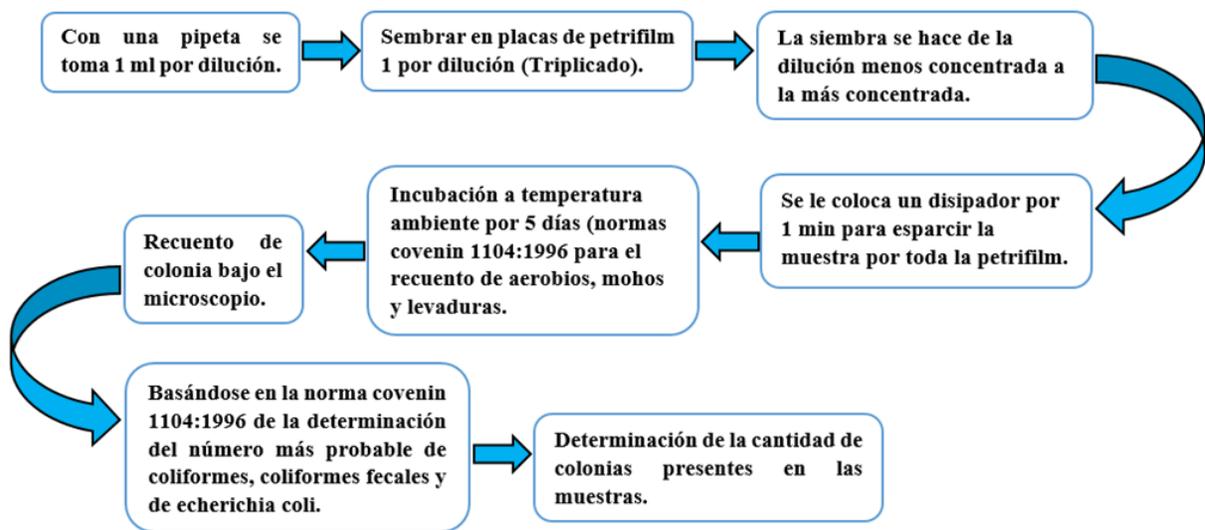
**Figura 2:** Esquema de diluciones.



Fuente: elaboración propia.

### III.2.4 Siembra en placas de petrifilm:

**Figura 3:** Siembra en placas de petrifilm.



Fuente: elaboración propia.

### III.2.5 Acidez:

Los resultados de los cálculos de acidez se establecieron bajo el estudio realizado a cada una de las muestras y aplicando la siguiente formula con la finalidad de obtener el valor de la acidez de cada muestra y ver la variación experimental de la misma.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(\text{vol. NaOH gastado} \times N \times P. \text{ meq. del acido})}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

### III.2.6 Materiales, equipos y reactivos:

- Agua destilada.
- Peptona.

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N.
- Solución indicadora.
- Ácido ascórbico.
- Benzoato de sodio.
- Autoclave.
- Pipetas de 10 ml.
- Pipetas de 1 ml.
- Bureta graduada de 50 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 5 litros.
- Beaker de 500 ml.
- Botellas para 180 ml.
- Botellas para 90 ml.
- Peachimetro.
- Petrifilm.
- Disipador.
- Mechero.
- Cuchillo.
- Bolsas de cierre hermético.
- Estufa.
- Crisol con tapa.
- Pinzas de madera.
- Desecador.

## CAPITULO IV

### IV.1 RESULTADOS

**IV.1.1 Análisis de resultados objetivo 1:** Comparar los métodos combinados utilizando la cuarta y quinta gama para prolongar la vida útil de la yuca (*Manihot esculenta*).

La cuarta gama generó mejores resultados en comparación a la quinta gama, ya que en el estudio realizado obtuvo una vida útil de 11 días, mientras que la quinta gama alcanzó una vida útil de 8 días en las cuales se fueron deteriorando poco a poco, por la incidencia de mohos y levadura, debido a que hubo una ruptura de la cadena de frío por lo cual hubo mayor desarrollo de microorganismos, esto basándonos en las investigaciones de Hernández, Correa (2005), donde explican que cuando un alimento pasa de una temperatura de refrigeración a temperatura ambiente comienzan a actuar los microorganismos rápidamente causando la reducción del tiempo de almacenamiento.

Mientras que otra causa que redujo la vida útil de las muestras cocidas, es la acción que se ejerce sobre el almidón de la yuca al ser cocinada, en la cual al someter la yuca a altas temperaturas, ocurre una degradación del almidón, donde se desdobla la cadena compleja, para convertirse en una cadena más simple, con una alta humedad por ser sancochada, que es susceptible al deterioro microbiano, como consecuencia de este proceso es la reducción del tiempo en el anaquel.

**IV.1.2 Análisis de resultados objetivo 2:** Diagnosticar el manejo post cosecha que le dan los comercializadores de yuca (*Manihot esculenta*) que se presenta en el sector Maraquita.

Al cosechar la yuca algunos de los productores del sector Maraquita, realizan ciertas operaciones preliminares que comprenden el cortado y lavado de las raíces, para luego ser comercializada en estado natural, sin embargo con este mínimo manejo post cosecha el producto está propenso al ataque microbiano y oxidación enzimática que comienza a ser notable a partir del tercer día, por no poder comercializarla a tiempo siendo la problemática más común que afecta a los productores en general.

**IV.1.3 Análisis de resultados objetivo 3:** Caracterizar parcialmente los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la yuca (*Manihot esculenta*).

Los resultados obtenidos de la caracterización parcial de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a las muestras de yuca tomadas del sector Maraquita, se aproximan a los rangos establecidos para la yuca dulce, en comparación a los datos obtenidos por López (2011), donde demuestra que el contenido de humedad de la yuca dulce es de 65,2 %, el pH es de 6,5 y la acidez titulable entra en un rango de 0,20 a 0,35; mientras que en el estudio microbiológico no se obtuvo un desarrollo de microorganismos significativo, esto nos dice que el producto está en las condiciones óptimas deseadas.

**IV.1.4 Análisis de resultados objetivo 4:** Establecer los parámetros de control adecuados en la conservación de la yuca (*Manihot esculenta*).

Como respuesta a la problemática que enfrentan los productores del sector Maraquita, se les presenta el planteamiento de usar la cuarta gama para prolongar la vida útil de este producto, como una forma de comercialización más llamativa, aplicando las operaciones preliminares de cortado, lavado, troceado y pelado, complementados con una inmersión del producto en una solución con ácido ascórbico o benzoato de sodio, realizando este proceso como se establecen en las buenas prácticas de manufactura, para garantizar un producto inocuo y de calidad.

**IV.1.5 Análisis de resultados objetivo 5:** Evaluar los parámetros microbiológicos del producto, Y1= Mohos y Y2= Levaduras.

En función a los estudios microbiológicos realizados para mohos, levaduras y aerobios, el ácido ascórbico fue el que tuvo mayor incidencia, en la disminución del desarrollo microbiano, obteniendo una probabilidad de  $\text{Prob} > F 0,0236^*$  que está por debajo de 0,05 y un  $R^2$  de 0,84; demostrando que este tipo de tratamiento es el más eficaz, en comparación con otros, sin embargo también reflejamos que las concentraciones idóneas para la buena conservación de la yuca es de 7,5 mg/litros de ácido ascórbico y 80 mg/litros de benzoato de sodio, estableciendo que a medida que aumentamos la concentración de ácido ascórbico se disminuye el crecimiento microbiano significativamente, mientras que al aumentar la concentración del benzoato de sodio, la incidencia en la disminución de los microorganismos no es mucha, en función a los demás tratamientos el  $R^2$  fue menor de 0,80.

**IV.1.5.1 Tabla 5:** Muestra de la cuarta gama.

Muestras	Dilución 2	Dilución 3	Dilución 4	Media	Ufc/Log
1	64	0	0	426,6	2,6
2	0	0	68	453,3	2,7
3	69	64	0	886,6	2,9
4	0	0	0	0	0
5	0	64	2	440	2,6
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	64	426,6	2,3
11	68	0	0	453,3	2,7
12	0	2	0	13,3	1,1

**Fuente:** Datos propios.

**IV.1.2 Tabla 6:** Muestra de la quinta gama.

Muestras	Dilución 2	Dilución 3	Dilución 4	Media	Ufc/Log
1	62	0	0	413,3	2,6
2	0	2	64	440	2,6
3	0	0	0	0	0
4	68	0	2	466,6	2,7
5	0	0	0	0	0
6	0	60	0	400	2,6
7	2	0	60	413,3	2,6
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	5	64	69	460	2,7
11	0	0	0	460	2,7
12	0	0	0	0	0

**Fuente:** Datos propios.

**IV.1.3 Tabla 7:** Muestra para aerobios.

Se tomaron muestras aleatorias para hacer el recuento de aerobios.

Muestra	Dilución 2	Dilución 3	Dilución 4	Ufc/Log
1	1x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>3</sup>	-	4,7
2	1x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>5</sup>	-	5
4	-	1x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>3</sup>	4,7
6	1x10 <sup>5</sup>	560	-	4,7
9	560	1x10 <sup>3</sup>	-	2,9

**Fuente:** Datos propios.

**IV.1.4 Tabla 8:** Matriz de diseño experimental.

Matriz de de Diseño con Variables Experimentales						
X1 (AC)	X2 (SB)	Y1 (MyL)	Y2 (MyL)	Y3 (AcT)	Y4 (pH)	Y5 (%Hum)
5	80	2,6	2,6	0,25	6,151	62,53
7,5	80	2,7	2,6	0,254	6,153	62,54
7,5	10	2,9	0	0,251	6,152	62,51
10	80	0	2,7	0,253	6,152	62,53
5	10	2,6	0	0,251	6,151	62,5
7,5	150	0	2,6	0,254	6,155	62,54
5	150	0	2,6	0,253	6,154	62,52
10	10	0	0	0,25	6,15	62,5
10	150	0	0	0,252	6,15	62,52
7,5	80	2,3	2,7	0,253	6,152	62,53
7,5	80	2,7	2,7	0,254	6,153	62,53
7,5	80	1,1	0	0,252	6,154	62,51

**Fuente:** Datos propios.

**IV.1.5 Tabla 9:** Descripción de las variable Y.

Descripción de variables en Y	
variables	Descripción de variables
Y1 (MyL)	Mohos y Levaduras AC
Y2 (MyL)	Mohos y Levaduras SB
Y3 (AcT)	Acidez Total Titulable
Y4 (pH)	pH
Y5 (Hum)	Humedad

**Fuente:** Datos propios.

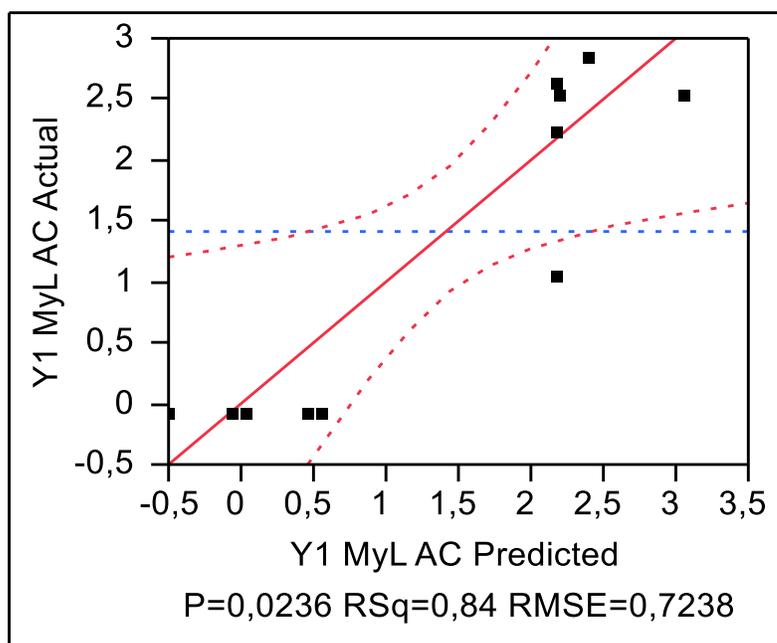
## IV.2 PROGRAMA JMP 8

### IV.2.1 Ajuste de mínimos cuadrados

#### Respuesta Y1 M y L cuarta gama

#### Actual por Parcela Prevista

**Grafica 1:** Y1 para mohos y levaduras de la cuarta gama.



El ácido ascórbico para la respuesta Y1, a diferentes concentraciones como fue generada por la matriz estadística, indica que presenta una importante significancia para el desarrollo de este proyecto con una probabilidad de 0,0236 y un  $R^2$  de 0,84; basándonos en el estudio de probabilidad de Fisher, demostrando la eficacia del uso de este conservante para prolongar la vida útil de la yuca.

#### Tabla 10: Resumen de ajuste

$R^2$	0,836363
$R^2$ Adj	0,699999
Error cuadrático medio	0,723802
Media de respuesta	1,408333
Observaciones (or Sum Wgts)	12

**Tabla 11: Análisis de variación**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Modelo	5	16,065833	3,21317	6,1333
Error	6	3,143333	0,52389	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	19,209167		0,0236*

**Tabla 12: Falta de ajuste**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Falta de ajuste	3	1,4233333	0,4744444	0,8275
Error Puro	3	1,7200000	0,5733333	<b>Prob &gt; F</b>
Error Total	6	3,1433333		0,5600
				<b>Max RSq</b>
				0,9105

**Tabla 13: Estimaciones de parámetros**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	Prob> t
Intercepción	5,8309524	1,0045	5,80	0,0011*
X1 AC	-0,346667	0,118196	-2,93	0,0262*
X2 BZ	-0,013095	0,004221	-3,10	0,0211*
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,136	0,070918	-1,92	0,1036
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-0,000143	9,046e-5	-1,58	0,1653
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0,0037143	0,002068	1,80	0,1226

**Tabla 14: Estimados de parámetros ordenados**

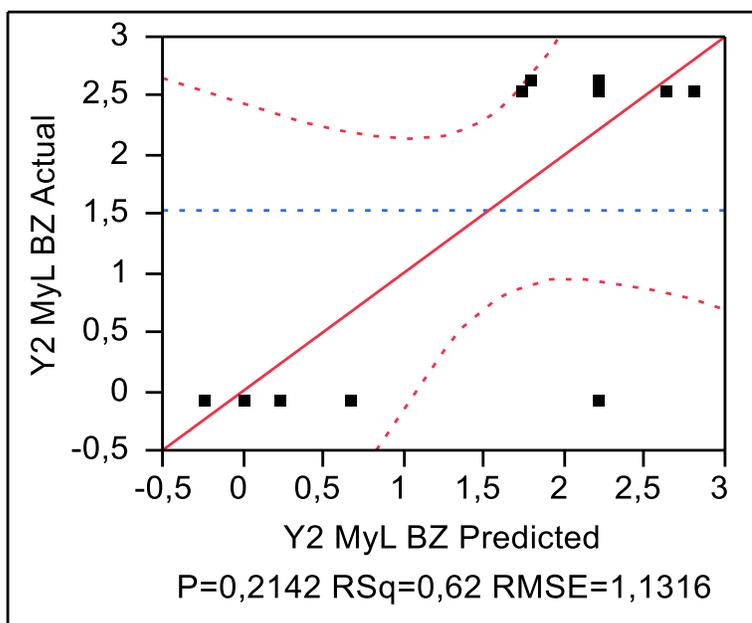
Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
X2 BZ	-0,013095	0,004221	-3,10		0,0211*
X1 AC	-0,346667	0,118196	-2,93		0,0262*
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,136	0,070918	-1,92		0,1036

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0,0037143	0,002068	1,80		0,1226
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-0,000143	9,046e-5	-1,58		0,1653

#### IV.2.2 Respuesta Y2 M y L quinta gama

##### Actual por Parcela Prevista

**Grafica 2:** Y2 para mohos y levaduras de la quinta gama.



El benzoato de sodio para la respuesta Y2, no represento ninguna significancia para el estudio de esta investigación, ya que se obtuvo una probabilidad de 0,2142 y un  $R^2$  de 0,62; que se encuentra por debajo de los parámetros establecidos.

**Tabla 15: Resumen de ajuste**

$R^2$	0,623166
$R^2$ Adj	0,309137
Error cuadrático medio	1,131616
Media de respuesta	1,541667

Observaciones (or Sum Wgts) 12

**Tabla 16: Análisis de variación**

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de Cuadrado medio</b>		<b>F Ratio</b>
		<b>cuadrados</b>		
Modelo	5	12,705833	2,54117	1,9844
Error	6	7,683333	1,28056	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	20,389167		0,2142

**Tabla 17: Falta de ajuste**

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de Cuadrado medio</b>		<b>F Ratio</b>
		<b>cuadrados</b>		
Falta de ajuste	3	2,3433333	0,78111	0,4388
Error Puro	3	5,3400000	1,78000	<b>Prob &gt; F</b>
Error Total	6	7,6833333		0,7418
				<b>Max RSq</b>
				0,7381

**Tabla 18: Estimaciones de parámetros**

<b>Termino</b>	<b>Estimado</b>	<b>error estándar</b>	<b>t Ratio</b>	<b>Prob&gt; t </b>
Intercepción	2,4761905	1,57047	1,58	0,1659
X1 AC	-0,166667	0,184792	-0,90	0,4019
X2 BZ	0,012381	0,0066	1,88	0,1098
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	5,551e-17	0,110875	0,00	1,0000
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-0,000276	0,000141	-1,95	0,0993
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	-0,003714	0,003233	-1,15	0,2944

**Tabla 19: Estimados de parámetros ordenados**

<b>Termino</b>	<b>Estimado</b>	<b>error estándar</b>	<b>t Ratio</b>	<b>t Ratio</b>	<b>Prob&gt; t </b>
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-0,000276	0,000141	-1,95		0,0993

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
X2 BZ	0,012381	0,0066	1,88		0,1098
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	-0,003714	0,003233	-1,15		0,2944
X1 AC	-0,166667	0,184792	-0,90		0,4019
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	5,551e-17	0,110875	0,00		1,0000

**IV.1.6 Análisis de resultados objetivo 6:** Analizar la variabilidad de los parámetros físicos y químicos en función a las respuestas, Y3=Acidez, Y4= pH y Y5= Humedad, en los métodos generados por la matriz.

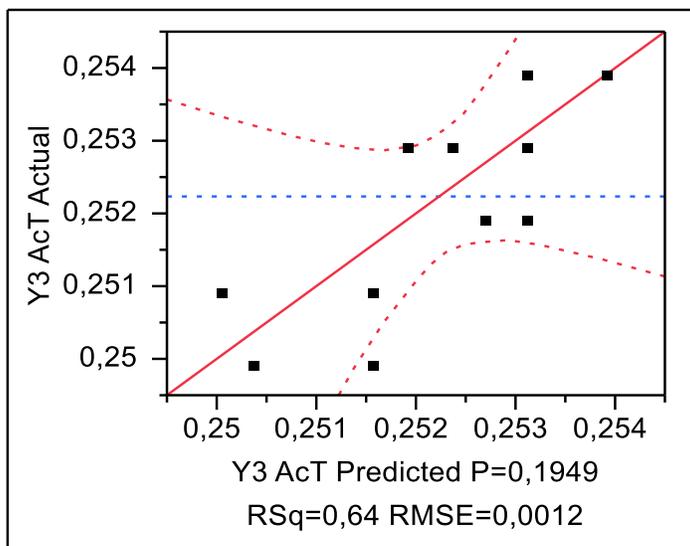
En función a las variables en estudio se observó que para la acidez titulable el uso del ácido ascórbico y el benzoato de sodio no tuvieron una incidencia significativa sobre la modificación de la acidez en el producto, ya que estos conservantes se utilizaron en muy bajas concentraciones; mientras que para el pH se obtuvo un efecto directo el ácido ascórbico en concentraciones de 7,5 mg/Lt con una probabilidad de 0,0314; que nos establece una variabilidad del pH con el uso del ácido ascórbico en el producto.

Sin embargo, para la humedad fue significativo el uso del benzoato de sodio sobre la misma, con una probabilidad de 0,0395; basándonos en que las sales sódicas ejercen la propiedad de disminución de la humedad en el producto y el crecimiento microbiano (Bello, 2000).

### IV.2.3 Respuesta Y3 Acidez Titulable

#### Actual por Parcela Prevista

**Grafica 3:** Y3 acidez titulable.



En la acidez titulable obteniendo como resultados una probabilidad de 0,1949 y un  $R^2$  de 0,64; determinamos que el uso del ácido ascórbico y el benzoato de sodio no tuvieron una incidencia significativa sobre la modificación de la acidez en el producto, ya que estos conservantes se utilizaron en muy bajas concentraciones.

**Tabla 20: Resumen de ajuste**

$R^2$	0,637457
$R^2$ Adj	0,335338
Error cuadrático medio	0,00121
Media de respuesta	0,25225
Observaciones (or Sum Wgts)	12

**Tabla 21: Análisis de variación**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Modelo	5	0,00001546	3,0917e-6	2,1100
Error	6	0,00000879	1,4653e-6	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	0,00002425		0,1949

**Tabla 22: Falta de ajuste**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Falta de ajuste	3	6,04167e-6	2,0139e-6	2,1970
Error Puro	3	0,00000275	9,1667e-7	<b>Prob &gt; F</b>
Error Total	6	8,79167e-6		0,2673
				<b>Max RSq</b>
				0,8866

**Tabla 23: Estimaciones de parámetros**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	Prob> t
Intercepción	0,2512917	0,00168	149,58	<,0001*
X1 AC	6,6667e-5	0,000198	0,34	0,7474
X2 BZ	1,6667e-5	7,06e-6	2,36	0,0562
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,00022	0,000119	-1,85	0,1130
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-7,653e-8	1,513e-7	-0,51	0,6310
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0	3,459e-6	0,00	1,0000

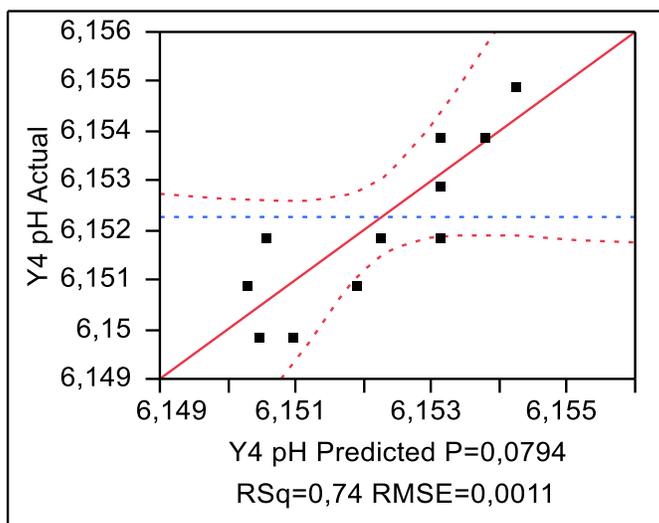
**Tabla 24: Estimados de parámetros ordenados**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
X2 BZ	1,6667e-5	7,06e-6	2,36		0,0562
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,00022	0,000119	-1,85		0,1130
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-7,653e-8	1,513e-7	-0,51		0,6310
X1 AC	6,6667e-5	0,000198	0,34		0,7474
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0	3,459e-6	0,00		1,0000

#### IV.2.4 Respuesta Y4 pH

##### Actual por Parcela Prevista

Grafica 4: Y4 pH.



Sobre el pH tuvo un efecto significativo, el ácido ascórbico en concentraciones de 7,5 mg/Lt con una probabilidad de 0,0314 y un  $R^2$  de 0,74; que nos establece una variación del pH en el producto.

Tabla 25: Resumen de ajuste

$R^2$	0,744838
$R^2$ Adj	0,532203
Error cuadrático medio	0,001096
Media de respuesta	6,15225
Observaciones (or Sum Wgts)	12

Tabla 26: Análisis de variación

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Modelo	5	0,00002104	4,2083e-6	3,5029
Error	6	0,00000721	1,2014e-6	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	0,00002825		0,0794

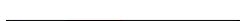
**Tabla 27: Falta de ajuste**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Falta de ajuste	3	5,20833e-6	1,7361e-6	2,6042
Error Puro	3	0,000002	6,6667e-7	<b>Prob &gt; F</b>
Error Total	6	7,20833e-6		0,2263
				<b>Max RSq</b>
				0,9292

**Tabla 28: Estimaciones de parámetros**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	Prob> t
Intercepción	6,1539821	0,001521	4045,6	<,0001*
X1 AC	-0,000267	0,000179	-1,49	0,1868
X2 BZ	1,4286e-5	6,392e-6	2,23	0,0668
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,0003	0,000107	-2,79	0,0314*
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	2,551e-8	1,37e-7	0,19	0,8584
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	-4,286e-6	3,132e-6	-1,37	0,2202

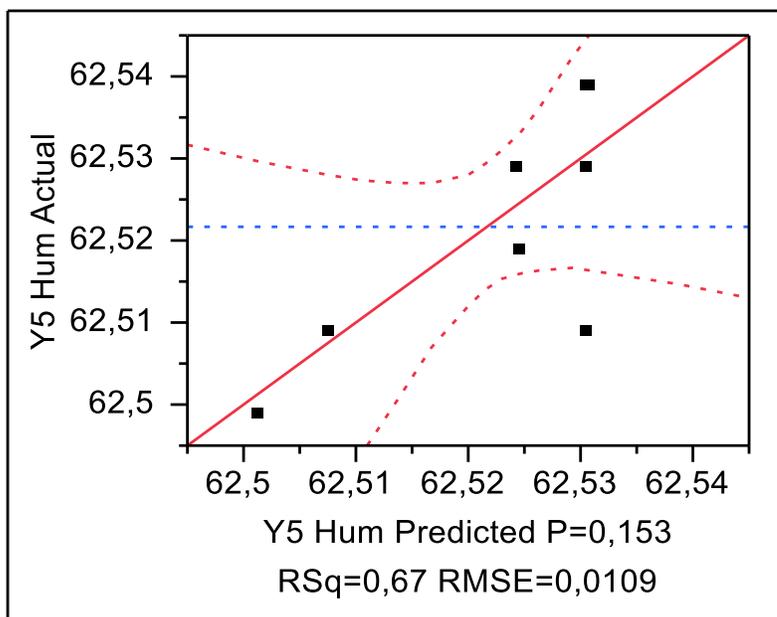
**Tabla 29: Estimados de parámetros ordenados**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,0003	0,000107	-2,79		0,0314*
X2 BZ	1,4286e-5	6,392e-6	2,23		0,0668
X1 AC	-0,000267	0,000179	-1,49		0,1868
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	-4,286e-6	3,132e-6	-1,37		0,2202
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	2,551e-8	1,37e-7	0,19		0,8584

## IV.2.5 Respuesta Y5 Humedad

### Actual por Parcela Prevista

**Grafica 5:** Y5 Humedad.



La humedad obtuvo como resultado significativo, el uso del benzoato de sodio, con una probabilidad de 0,0395 y un  $R^2$  de 0,67; basándonos en que las sales sódicas ejercen la propiedad de disminución de la humedad en el producto y el crecimiento microbiano.

**Tabla 30: Resumen de ajuste**

$R^2$	0,671154
$R^2$ Adj	0,397115
Error cuadrático medio	0,010897
Media de respuesta	62,52167
Observaciones (or Sum Wgts)	12

**Tabla 31: Análisis de variación**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Modelo	5	0,00145417	0,000291	2,4491
Error	6	0,00071250	0,000119	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	0,00216667		0,1530

**Tabla 32: Falta de ajuste**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Ratio
Falta de ajuste	3	0,00023750	0,000079	0,5000
Error Puro	3	0,00047500	0,000158	<b>Prob &gt; F</b>
Error Total	6	0,00071250		0,7082
				<b>Max RSq</b>
				0,7808

**Tabla 33: Estimaciones de parámetros**

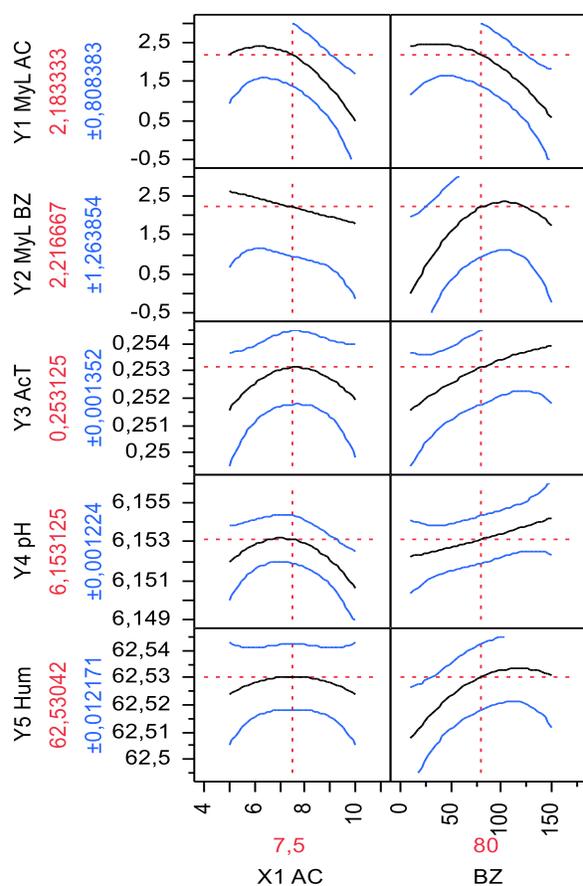
Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	Prob> t
Intercepción	62,517083	0,015123	4133,8	<,0001*
X1 AC	0	0,00178	0,00	1,0000
X2 BZ	0,0001667	6,355e-5	2,62	0,0395*
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,001	0,001068	-0,94	0,3851
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-2,296e-6	1,362e-6	-1,69	0,1428
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0	3,113e-5	0,00	1,0000

**Tabla 34: Estimados de parámetros ordenados**

Termino	Estimado	error estándar	t Ratio	t Ratio	Prob> t
X2 BZ	0,0001667	6,355e-5	2,62		0,0395*
(X2 BZ-80)*(X2 BZ-80)	-2,296e-6	1,362e-6	-1,69		0,1428
(X1 AC-7,5)*(X1 AC-7,5)	-0,001	0,001068	-0,94		0,3851
X1 AC	0	0,00178	0,00		1,0000
(X1 AC-7,5)*(X2 BZ-80)	0	3,113e-5	0,00		1,0000

#### IV.2.6 Grafica 6: Perfil de Predicción

El perfil de predicción obtenido por el programa JMP 8, indica los niveles de aceptabilidad en los cuales se deben mantener cada una de las variables, sin embargo también reflejamos que las concentraciones idóneas para la buena conservación de la yuca es de 7,5 mg/litros de ácido ascórbico y 80 mg/litros de benzoato de sodio, además se deduce que es necesario realizar una maximización o minimización de las variables en estudio, con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para el óptimo desarrollo de estos métodos en pro de la conservación de la yuca y así evitar las pérdidas post cosechas que se generan en el sector donde se produce.



**Fuente:** Programa JMP 8.

**IV.1.6 Análisis de resultados objetivo 7:** Determinar la eficiencia de los métodos utilizados mediante el estudio de la vida útil.

Al comparar la cuarta y la quinta gama, haciendo referencia a los resultados obtenidos y en relación al tiempo que tardó el producto para deteriorarse, enfatizamos que para objeto de

esta investigación, que el método de la cuarta gama es el más eficiente, ya obtuvo una duración de 11 días, mientras que el método de la quinta gama solo duro 8 días.

Demostrando una prolongación de la vida útil del producto de 11 días, en comparación al tiempo que les dura a los productores al comercializarla de forma fresca, donde a los 3 días comienza a observarse el deterioro microbiano y la oxidación enzimática en el cual deben de comenzar a cortar la parte afectada de la yuca generando más cantidad de perdida, la cual puede aumentar si se estudia más afondo este método y evitando la ruptura de la cadena de frio.

Estableciendo como propuesta el uso de este método para reducir las pérdidas postcosecha que se les generan a los productores del sector Maraquita, dándole así un poco más de tiempo a los productores para comercializarlo.

## CAPITULO V

### V.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### V.1.1 CONCLUSIONES

- Comparar los métodos combinados utilizando la cuarta y quinta gama para prolongar la vida útil de la yuca (*Manihot esculenta*).

La cuarta y la quinta gamma no solo ha servido como una manera más práctica y fácil de obtener alimentos a la mano para ahorrar tiempo, son a través de la historia una de las herramientas más importantes en el área de almacenaje garantizando características deseadas bajo un amplio rango de inocuidad, sin embargo para el estudio de esta investigación, fue más sobresaliente la cuarta gama cuya vida útil es de 11 días, demostrando que para resolver la problemática del sector Maraquita, es viable utilizar la cuarta gama como método de conservación.

- Diagnosticar el manejo post cosecha que le dan los comercializadores de yuca (*Manihot esculenta*) que se presenta en el sector Maraquita.

El manejo post cosecha de la yuca, realizado por los productores del sector Maraquita solo esta complementada por dos operaciones en las cuales no se tiene un buen control de inocuidad del producto, para ello se les plantea el uso de la cuarta gama, aplicando operaciones preliminares de cortado, lavado, troceado, empaquetado y almacenado, con el fin de hacer que el producto dure más tiempo antes de deteriorarse para evitar la mayor cantidad de perdidas posible y que sea más llamativo para el consumidor.

- Caracterizar parcialmente los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la yuca (*Manihot esculenta*).

Lo que se busca es que el producto conserve la mayoría de sus propiedades físicas, químicas y organolépticas posibles, ya que los consumidores buscan esas características naturales y de frescura en los productos mínimamente procesados, pero que a su vez sea un producto que sea inocuo, de calidad y que no cause riesgo a su salud, en la presente

investigación se comprobó que el producto mantuvo muchas de sus características con alteraciones muy leves en ellas.

- Establecer los parámetros de control adecuados en la conservación de la yuca (*Manihot esculenta*).

Como bien ya se ha mencionado se estableció como parámetros de control adecuados para la conservación de la yuca, el uso de la cuarta gama, complementada con el ácido ascórbico como conservante y el uso de las operaciones preliminares, lo que alargara la vida útil de la yuca y se tendrá un producto nuevo y llamativo a la vista de los consumidores, que puede ser comercializado fácilmente.

- Evaluar los parámetros microbiológicos del producto, Y1= Mohos y Y2= Levaduras.

El uso de conservantes como el ácido ascórbico y el benzoato de sodio, generan una buena respuesta en función a los mohos y levaduras, ya que retrasan el crecimiento microbiano y el pardeamiento enzimático, las cuales son las principales causas de deterioro de un alimento mínimamente procesado y así garantizamos la inocuidad y la calidad que se desea obtener al momento de comprar un producto.

- Analizar la variabilidad de los parámetros físicos y químicos en función a las respuestas, Y3=Acidez, Y4= pH y Y5= Humedad, en los métodos generados por la matriz.

En función a la acidez, pH y humedad se pudo observar que la incidencia del uso de estos conservantes, no generó alteraciones significativas en las muestras que se estudiaron, lo cual nos beneficia, porque el producto mantiene esas propiedades naturales y su frescura que se desean obtener.

- Determinar la eficiencia de los métodos utilizados mediante el estudio de la vida útil.

En pro de la comparación de estos métodos podemos concluir que la cuarta gama es el que nos genera mejores resultados, que permitiría resolver la problemática presente en el sector Maraquita, ya que nos permite prolongar la vida útil de la yuca por un tiempo de 11

días, lo que les permitirá a los productores tener menos pérdidas por no comercializar el producto a tiempo y evitar la incidencia de microorganismos y el pardeamiento enzimático, que se comienza a observar al tercer día, mientras que la quinta gama solo permitió que las muestras duraran 9 días antes de su deterioro.

## 1.2 RECOMENDACIONES.

La elaboración del presente Proyecto, nos evidencio la necesidad urgente de profundizar que tanta importancia le brindamos a lo que se consume diariamente, y lo poco que nos preocupamos por los nutrientes que los mismos aportan, diariamente se desarrollan nuevos métodos de conservación pero pocos los conocen, notando que es un tema de gran importancia que ayudaría a concientizar a futuras generación, seria de provecho implementar un sub-proyecto que hable a profundidad sobre los nuevos métodos tecnológicos de conservación y su aplicación en la agroindustria para fortalecer ese enfoque que brindara un gran impulso a nuestro país.

Se recomienda la implantación de estos tipos de métodos de conservación y él estudio exhaustivo de los grandes beneficios que ofrece en los procesos de almacenajes de frutas, hortalizas y tubérculos, y así de esta forma muchos productores y empresarios de pequeñas, medianas y grandes empresas podrán brindarle a la comunidad consumidora productos en características óptimas para él consumo.

Se invita a realizar estudios más exhaustivos para el uso de estos métodos, donde se pueda evitar el rompimiento de la cadena de frio, con la finalidad de conocer mejor el tiempo que puede permanecer este producto almacenado sin deteriorarse, para así tener una mejor visión de cuanto se puede prolongar la vida útil del mismo.

Una recomendación para la institución es que promueva la inclusión de la materia metodología de la investigación II, como un sub-proyecto regular de la rama ingeniería agroindustrial, dentro del pensum académico de la carrera en una modalidad de seminario, ya que forma parte, de la formación profesional en el campo investigativo y practico, con el fin de promover más tiempo a los estudiantes para realizar adecuadamente las investigaciones y el estudio experimental para los trabajos de grados; con la inserción de esta materia se permitirá al investigador obtener una mejor perspectiva de lo que desean tomar como tema de estudio para el desarrollo del trabajo de grado, por ende fomentará un avance del mismo, con el cual se reducen riesgos y complicaciones a la hora de realizar las pruebas de laboratorio, permitiéndose obtener resultados más satisfactorios.

### V.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alais, Charles, 1970, Ciencia de la leche, CECSA, México.
- Barona S, Agosto 2015, Tecnologías Para La Parafinación Y El Encerado De Raíces Frescas De Yuca, Corporación CLAYUCA, Palmira, Colombia, Pág., 13-26.
- Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 1999, Conservación no térmica de alimentos, Acribia, España.
- Bello Gutiérrez José, 2000, Ciencia bromatológica, Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Belloti A; Schoonhovem, A. V. 1978. Plagas de la yuca y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Col. 73 p.
- Bello, G.; 2005, Calidad de vida, alimentos y salud humana, Ediciones Díaz de Santos S.A., Madrid.
- Casp Vanaclocha, Ana y Abril Requena, José, 2003, Procesos de conservación de alimentos, Mundi-Prensa, Madrid.
- Contreras, N.; Fernández, M. S.; Mireles, M.; Moreno, N. 1991. Diagnóstico de enfermedades de cultivos del Estado Barinas. FONAIAP Estación Experimental Barinas. Barinas, Ven. 17 p.
- Contreras, N.; Mireles, M.; Fernández, M. S. 1991. Enfermedades fungosas y bacterianas que afectan el cultivo de la yuca en el Estado Barinas. Rev.FONAIAP Divulga. (Ven.). Año IX N° 37. p. 4.
- Calderón, M.; María, L.; 1998, [et al.]. Métodos no térmicos, Fomento de nutrición y salud A. C., julio-agosto, México.
- Contreras, N.; Moreno, N. 1987. Enfermedades de la yuca en el Estado Barinas. FONAIAP Estación Experimental Barinas. Barinas, Ven. 14 p.
- DA Silva E.R., Hashimoto DA Silva R.R., 1994, Conservación de los alimentos (2a Edición), São Paulo, Ed. Scipione.
- Desrosier W., Norman, 1981, Conservación de alimentos, CECSA, México.

- Dra. Elena Alonso Aperte., 2003, Alimentos Precocinados, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo CEU. Madrid.
- Dr. Gregorio Varela Moreiras., 2003, Alimentos Precocinados, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo CEU. Madrid. Fundación Española de la Nutrición (FEN).
- Dra. Ángela García González., 2003, Alimentos Precocinados, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo-CEU, Madrid.
- Dra. María Achón y Tuñón., 2003, Alimentos Precocinados, Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad San Pablo-CEU, Madrid.
- Esquivel, H.; Rosa, I.; Martínez, C.; Silvia, M.; y Martínez, J.; 2005, Nutrición y salud, Manual moderno, México.
- Espinoza M., 2016, La yuca, alimento básico en Venezuela, Producción\_uVRBIBH, Caracas, Pág. 1-3.
- Farfán, F.; Mejías S. 2014. Aplicación de tecnología de IV gama para la conservación postcosecha de Ñame (Dioscorea spp). Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ-San Carlos). San Carlos, Estado Cojedes.
- Fox, Brian A y Cameron, Allan G., 2007, Ciencia de los alimentos. Nutrición y salud, Limosa, México.
- Fernández de Rank, Elena, Montserrat, Susana y Sluka, Esteban, 2005, Tecnologías de conservación por métodos combinados en pimiento, chaucha y berenjena, Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Tomo XXXVII. N° 2.
- Hernández, J. 2014. Innovación de los alimentos de cuarta gamma: evaluación entre la vida útil de los productos hortofrutícolas mínimamente procesados y la resistencia mecánica de las películas plásticas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- López R. y Col., Envasado y conservación de alimentos, Laboratorio de procesos químicos de CARTIF, Pág. 1-2.

- Resa S., 2014, Innovación a la cuarta y quinta gama, Distribución y consumo, Vol. 2, Pág. 1.
- Rivas F., 2014, Efecto de la inclusión de harinas de maíz, yuca y quinchoncho en la alimentación de pollos de ceba en sistema de producción familiar, Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora, San Carlos Estado Cojedes, Pág. 10-13.
- Sáez V., Abril 2007, Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de calabacín, Especialidad en industrias agroalimentarias, Barcelona-España, UPC, Pág. 6.
- Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierres herméticos y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.
- Kuklinski, Claudia, 2003, Nutrición y bromatología, Omega, España.
- Raventós Santamaría, Merca, 2005, Industria alimentaria, tecnologías emergentes. Ediciones UPC, Barcelona.
- Sotelo Aguilar, Javier, 2007, El efecto de los campos magnéticos en la conservación de la leche cruda sin refrigerar, Revista electrónica de veterinaria, vol. VIII, núm.4, Abril, España.
- Pothakamury, U.R, Barbosa-Canova's, G.V., 1993, and Swanson, B.G. Inactivation of microorganisms by oscillating magnetic fields, Food Technology, Estados Unidos.
- Hofmann, Gunter. A., 1985, Deactivation of microorganisms by an oscillating magnetic field, Patent 4,524,079, Estados Unidos.
- Vega-Mercado, H, Pothakamury, U.R., Chang, F.J., Barbosa-Canova's, G.V, y Swanson, B.G., 1996, Inactivation of Escherichia coli by combining pH, ionic strength and pulsed electric fields, J. Food Research International, Canada.

- López, R., 2011, “efecto de la fermentación y el secado sobre la obtención de almidón agrio a partir de dos variedades de yuca (Manihot Esculenta), universidad de costa rica, facultad de ciencias agroalimentarias, costa rica.
- Lozano, J. C.; Belloti, A. C.; Reyes, J. A.; Howeler, R.; Leihner, D.; Doll, J. 1981. Problemas en el cultivo de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie 07 SC-2da. Edición. Cali, Col. 205 p.
- Rondón, A.; Aponte, A. 1981. Estudio del supe alargamiento de la yuca y búsqueda de cultivares tolerantes a la enfermedad. Agronomía Tropical. XXXI (1 al 6): 81-89.
- Torres, J. F.; Moreno, N. 1992. El cultivo de la yuca. FONAIAP Estación Experimental Barinas. Barinas, Ven. 7 p.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. p. 131-230.
- Urendez, V. Abril 2007. Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de calabacín (Cucúrbita pepo). Barcelona, España.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, gaceta oficial n° 36860, diciembre, 1999.
- Codex alimentarius, norma general para los aditivos alimentarios, Organización mundial para la salud y organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, Codex Stan 192-1995, con revisión hasta el 2016.
- 3M microbiology, guía de interpretación para recuento de aerobios en placas de Petrifilm, revisión 2006-01, México, 2006.
- 3M microbiology, guía de interpretación para recuento de mohos y levaduras en placas de Petrifilm, revisión 2006-02, México, 2006.

## V.4 ANEXOS

