

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA**



“Evaluación del efecto de distintas atmósferas modificadas a temperatura constante de almacenamiento sobre vida de anaquel y calidad sensorial de la flor de loroco (*Fernaldia padurata*) empacada en refrigeración en Comercializadora 503 S.A de C.V, Soyapango, San Salvador”

Br. William Roberto Rubio Martínez

Presentada como requisito para obtener el Título de Ingeniero  
Agroindustrial

Ciudad Universitaria, 1 de marzo, 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**Rector**

**Lic. M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado**

---

**Secretario General**

**Lic. M.Sc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**Decano**

**Ing. Agr. Dr. Francisco Lara Ascencio**

---

**Secretario**

**Ing. Agr. M.Sc. Balmore Martínez Sierra**

---

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA**

**Ing. Agr. Sigfredo Ramos Cortez**

---

**ASESOR(ES) DE TESINA**

**Ing. Agr. M.Sc. Sigfredo Ramos Cortez**

---

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

**Ing. Agr. M.Sc. Sigfredo Ramos Cortez**

---

**Ing. Alm. Qui. Haydee Esmeralda Munguia De Perez**

---

**Ing. Agr. Humberto Ruiz Mejia**

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO DEL  
DEPARTAMENTO**

**Ing. Alm. Qui. Haydee Esmeralda Munguia De Perez**

---

## I. DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron en todo los momentos malos y buenos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mis profesores y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino. A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos.

A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos.

A mi querida Alma Mater y a todas las personas que la conforman les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

Y principalmente a Dios por bendecirme y nunca dejarme desamparado en todo este camino que recorrí para lograr una de las muchas metas que están por cumplirse con su ayuda

## **II. AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres porque siempre han sido el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Al ing. Sigfredo Ramos Cortez. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan.

Mis amigos y compañeros de viaje, hoy culminan esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

## ÍNDICE

CONTENIDO	PAGINA
I. RESUMEN.....	1
II. SUMMARY .....	2
III. INTRODUCCIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS.....	4
4.2. Objetivos específicos: .....	4
V. ANTECEDENTES .....	5
VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	7
VII. MARCO TEÓRICO. ....	8
7.1. Flor de Loroco .....	8
7.2. Clasificación Taxonómica .....	8
7.3. Características botánicas de la planta de loroco .....	8
7.4. Requerimientos agroclimáticos y edáficos .....	9
7.5. Temperatura en la consevacion de loroco.....	9
7.6. Efecto de la temperatura en el metabolismo.....	10
7.7. Temperaturas mínimas en la conservación de vegetales .....	11
7.9. Atmósferas modificadas para la conservación de vegetales. ....	12
7.10. Efectos de la modificación de la atmósfera.....	13
7.11. Entre los beneficios de la Atmósfera Modificadas se mencionaron .....	14
7.12. Tipos de envase para atmosfera modificada. ....	15
7.12.1. El envasado mediante películas plásticas.....	15
7.12.2. Película laminada. ....	15
7.12.3. Película coextruidas.....	16
7.12.4. Flow-pack.....	16
VIII. METODOLOGÍA.....	18
8.1. Descripción del estudio.....	18
8.2. Investigación Experimental .....	18

8.3.	Tratamientos: .....	18
8.4.	Materiales y equipo.....	19
8.5.	Metodología de oficina .....	19
8.6.1.	Recepción del producto:.....	21
8.6.2.	Selección del producto. ....	21
8.6.3.	Lavado y desinfección.....	22
8.6.4.	Secado .....	23
8.6.5.	Empaque.....	24
8.6.6.	Pesaje.....	25
8.6.7.	Sellado.....	25
8.6.8.	Toma de datos .....	26
8.7.	Metodología Estadística.....	28
IX.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	29
9.1.1.	Análisis de varianza de vida anaquel de Flor de Loroco.....	33
9.1.2.	Prueba de Tukey.....	33
X.	CONCLUSIONES.....	36
XI.	RECOMENDACIONES .....	37
XII.	ANEXOS.....	38
XIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
<b>Figura 1:</b> Flujo grama de montaje de la investigación .....	20
<b>Figura 2:</b> Separación de avería y desecho por entrada de loroco .....	21
<b>Figura 3:</b> Selección de loroco en mesas de acero inoxidable.....	21
<b>Figura 4:</b> Lavado con detergente con nombre Supreme especial.....	22
<b>Figura 5:</b> Enjugue de loroco en agua atreves de inmersión.....	22
<b>Figura 6:</b> Desinfección con CES-Perox .....	23

<b>Figura 7:</b> Embolsado de loroco para secado en centrifugas.....	23
<b>Figura 8:</b> Centrifugado de loroco .....	24
<b>Figura 9:</b> reducción de temperatura en el área de precámara.....	24
<b>Figura 10:</b> Embolsado de loroco .....	24
<b>Figura 11:</b> Pesado de loroco .....	25
<b>Figura 12:</b> Sellado y aplicación de atmosfera modificada en bolsas de loroco.....	25
Figura 13: Verificación correcta de gases para atmosfera modificadas .....	26
<b>Figura 14:</b> Toma de concentración de gases durante un tiempo de 15 días en refrigeracion.....	27
<b>Figura 15:</b> Pruebas Organolépticas .....	28
<b>Figura 16:</b> Comportamiento de concentraciones de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 1 .....	30
<b>Figura 17:</b> Comportamiento de concentración de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 2 .....	31
<b>Figura 18:</b> Comportamiento de concentración de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 3 .....	31
<b>Figura 19:</b> Comportamiento de gases de la atmósferas modificadas durante en el tiempo de montaje de investigación. ....	32
<b>Figura 20:</b> Diagrama de componentes principales de calidad sensorial de flor de loroco .....	34

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
<b>Cuadro 1:</b> Taxonomía de la flor de loroco .....	8
<b>Cuadro 2:</b> Efecto de la temperatura sobre la tasa de deterioro en frutos resistentes a temperaturas bajas .....	10
<b>Cuadro 3:</b> Clasificación de los cultivos hortofrutícolas en función de su potencial de almacenamiento bajo atmósferas controladas en condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa.....	13
<b>Cuadro 4:</b> Gases utilizados en el envasado en atmósfera modificada.....	14
<b>Cuadro 5:</b> Intensidad de transmisión de O <sub>2</sub> y vapor de agua de materiales de empaquetado seleccionados para frutas y hortalizas. ....	17
<b>Cuadro 6:</b> Tratamientos en estudio .....	18

<b>Cuadro 7:</b> Materiales, equipos y utilizados .....	19
<b>Cuadro 8:</b> Estándares de calidad para recepción de flor de Loroco.....	21
<b>Cuadro 9:</b> Resumen de características organolépticas del loroco almacenado a temperatura de 5°C bajo diferentes atmosferas modificadas. ....	29
<b>Cuadro 10:</b> Análisis de varianza para la variable Vida Anaquel .....	33
<b>Cuadro 11:</b> Prueba de tukey para la variable vida anaquel .....	33

## I. RESUMEN.

El loroco es un producto que se comercializa a nivel nacional principalmente para la elaboración de pupusas, empresas procesadoras de lácteos, mercados municipales y supermercados, de donde se abastecen las amas de casa y otros consumidores. El comportamiento de la producción de loroco se estima en un 90% durante la época lluviosa y tan solo un 10% en la época de verano, aunque se cuente con sistemas de riego, ya que es un tipo de cultivo que responde a la luz solar.

La investigación se realizó en la empresa Comercializadora 503 S.A de C.V ubicada en Calle L. Boulevard del Ejercito Nacional, Urbanización San Pablo N°29, Soyapango, San Salvador. El experimento consistió en evaluar diferentes concentraciones de gases en el empaque de flor de loroco con atmósferas modificadas en la flor de loroco para exportación, con el objetivo de mantener su vida anaquel y que esta aun contenga los estándares de calidad y pueda ser aceptado por posibles clientes.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con un total de tres tratamientos y con cuatro repeticiones, donde se utilizaron diferentes concentraciones de gases a una temperatura constante. Para verificación los resultados obtenidos se utilizaron una prueba de Tukey que determino cuál de los tratamientos produjo los mejores resultados, y se trabajó con un nivel de significancia del 1% y un nivel de confianza del 99%

En el cual se obtuvo que la concentración de 15%CO<sub>2</sub> – 2%O<sub>2</sub> es el tratamiento que obtuvo mayor tiempo de vida anaquel y calidad sensorial dando como resultado una media de 12.5 días en condiciones de refrigeración.

## **II. SUMMARY**

Loroco is a product that is marketed nationally, mainly for the production of pupusas, dairy processing companies, municipal markets and supermarkets, which supply housewives and other consumers. The behavior of loroco production is estimated at 90% during the rainy season and only 10% in the summer, even with irrigation systems, since it is a type of crop that responds to sunlight.

The research was carried out at Comercializadora 503 S.A de C.V. located at Calle L. Boulevard del Ejercito Nacional, Urbanización San Pablo N°29, Soyapango, San Salvador. The experiment consisted of evaluating different concentrations of gases in the packaging of lorocco flower with modified atmospheres in the lorocco flower for export, with the objective of maintaining its shelf life and that this still contains the quality standards and can be accepted by potential customers.

For the statistical analysis, a completely randomized design was used with a total of three treatments and four replications, where different concentrations of gases were used at a constant temperature. To verify the results obtained, a Tukey test was used to determine which of the treatments produced the best results, with a significance level of 1% and a confidence level of 99%.

It was found that the 15%CO<sub>2</sub> - 2%O<sub>2</sub> concentration is the treatment that obtained the longest shelf life and sensory quality, resulting in an average of 12.5 days under refrigerated conditions.

### III. INTRODUCCIÓN

El loroco (*Fernaldia pandurata*) es un cultivo que ha cobrado importancia económica para los agricultores en todo el país. La inflorescencia es la parte comercializada y las mismas son utilizadas como condimento y suplemento alimenticio. El producto se vende principalmente en fresco, siendo solamente un 5% los que aplican algún tipo de procesamiento a dicho producto. Cada vez es mayor el número de agricultores que dependen económicamente de este cultivo, usualmente obtenían el producto de plantas silvestres pero debido al incremento de la demanda en el mercado, tanto interno como externo, durante la década de los 90's ha sido necesario establecer plantaciones para obtener una mayor producción. No obstante, las pérdidas pos-cosecha pueden producirse durante la manipulación del producto en el campo, en el transcurso del transporte, en la cadena de manejo (separación, clasificación, maduración, refrigeración y almacenamiento), y entre la recolección y el consumo o el procesado. Los factores pos-cosecha que limitan la vida de anaquel del loroco son: la atmósfera ambiental, los métodos de manejo, los tratamientos pos-cosecha y el período de tiempo entre la recolección y el consumo. Se estima que la magnitud de las pérdidas pos cosecha en frutas y hortalizas frescas son de 5 a 25% en países desarrollados y de 40 a 80% en países en desarrollo, dependiendo del producto, la variedad y las condiciones de manejo (MAG.2014).

Debido a la importación de este producto, se planteó esta investigación, con el fin de brindar una tecnología que pueda ser aplicada en el manejo poscosecha del loroco, con el fin de reducir las pérdidas que se dan durante el almacenamiento, aumentando la vida de anaquel y proporcionado un valor agregado.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de distintas atmósferas modificadas en la vida de anaquel y calidad sensorial de la flor de loroco para exportación (*Fernaldia padurata L.*) empacado en fresco y almacenado en refrigeración.

### 4.2. Objetivos específicos:

- Determinar la atmósfera modificada que produzca la mayor vida de anaquel y la mejor calidad sensorial de la flor de loroco.
- Evaluación de la concentración de gases de dióxido de carbono y oxígeno en atmosfera modificada en flor de loroco (*Fernaldia padurata L.*) y su desarrollo en el tiempo.

## V. ANTECEDENTES

Se han realizado estudios previos en frutas y hortalizas en la aplicación de atmósferas modificadas para aumentar la vida anaquel de estos productos con el uso de diversos tipos de empaque especializados, Dolores. 2009 en su investigación planteo evaluar las tasas de respiración y la vida de anaquel de 10 alimentos nativos salvadoreños. Con esta información se generaron dos empaques de atmósfera modificada: uno para ejotes y otro para loroco. Una vez seleccionados los productos, se estudiaron las tasas de respiración de los mismos bajo el método de cámara cerrada y a tres diferentes temperaturas: 6, 20 y 30°C. Paralelamente, se determinaron sus vidas de anaquel, así los alimentos fueron almacenados a 6°C con 90% de humedad relativa. Se realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos de los alimentos almacenados y un análisis sensorial. Al analizar la vida de anaquel de los alimentos sin empaque se observó que las hojas y las flores son las que presentan mayor deterioro. El resultado del loroco (flor) 3.69 días. En cuanto al Loroco, no existió una diferencia significativa entre la vida de anaquel del empaque con 20 perforaciones y con 4 perforaciones, a pesar de que la atmósfera en el interior del empaque es significativamente diferente en cuanto al porcentaje de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Si se compara el empaque perforado con el no perforado se ve una mejoría significativa, puesto que se duplica la vida de anaquel.

Cerros. 2010 menciona que por la naturaleza de esta flor, se debe conservar el color, sabor y aroma, condiciones que al manejarlas en cadena fría son favorecidos dichos atributos y mejor conservado, no así al utilizar otros mecanismos diferentes al frío para la conservación. Para ello se ha logrado desarrollar manejos aceptables al hacerlo conservando las flores en atmósferas modificadas ya sea en refrigeración o en congelamiento. Para reducir la oxidación natural que se produce en la flor al manejo bajo refrigeración o congelación, se debe posteriormente a la selección, lavado y sanitización, utilizar antioxidantes que ayuden a protegerlo, y combinar esta acción con reducción de temperatura entre los rangos de, 1°C a +10°C, con una humedad relativa mayor 90%, previo a la utilización de atmósfera modificada (AM) o empaque de atmósfera modificada (MAP). Se debe vigilar que la flor se enfríe muy bien previo al empaque de barreras selectivas (preferiblemente) en MAP, con el fin de reducir la tasa de respiración de la flor antes de entrar en contacto con el gas (N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>). Las proporciones de la mezcla de gas van acorde al empaque y conjugan con la temperatura a que se manejara el producto, ya

sea de refrigeración a temperaturas entre 1°C a +10°C o de congelación -18°C. El uso de estas tecnologías ahora muy accesibles, prolongan la vida de la flor y sus atributos de calidad más deseables hasta por un año en condiciones de congelamiento.

## **VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de loroco está adquiriendo gran importancia, ya que hace algunos años solamente era un cultivo de forma casera tradicional, sin tomar en cuenta su valor nutritivo, comercial y sus usos. Hoy en día la política del sector agropecuario se orienta a promover la diversificación agrícola del país, enfocándola a la exportación de los productos y subproductos de cultivos nostálgicos no tradicionales. En los años noventa se dan los primeros indicios de la exportación de este producto a mercados internacionales, especialmente hacia los Estados Unidos donde radica gran parte de la población salvadoreña, que son los principales consumidores de este producto. La demanda de este producto en los Estados Unidos es insatisfecha, razón por la cual es necesario que los países productores del área Centro Americana incrementen sus áreas de cultivo, para satisfacer en parte la demanda del mercado local e internacional. La causa por la cual no se puede suplir la demanda de exportación es porque no se tiene un método de conservación que garantice que el loroco llegue en buenas condiciones para su distribución y consumo es por eso que se debe de integrar el tema de las atmosferas modificadas más la combinación de cadenas de fríos para aumentar la vida anaquel.

## VII. MARCO TEÓRICO.

### 7.1. Flor de Loroco

Es una planta de gran arraigo a nuestra cultura nuestros antepasados ya la conocían con el nombre de “Quilite”, nombre con el que también se le conoce Actualmente en unos lugares del país. Esta palabra significa en náhuatl “Cohollo”, “Hierva Comestible”.

El Loroco se ha reportado en varios países de Centro América como El Salvador, Guatemala y algunos estados del sur de México.

Esta Planta silvestre eta asociada a la selva baja caducifolia y mediana Sub-caducifolia, distribuyéndose en nuestro país desde el nivel del mar hasta los 800 msnm, especialmente en la zona central y occidental del país también se han encontrado cultivares de loroco 1200 msnm en Perkin, Departamento de Morazán, ampliándose la factibilidad de cultivarlo en otro zonas.

### 7.2. Clasificación Taxonómica

En el cuadro 1 se presenta la taxonomía de la flor de loroco

**Cuadro 1:** Taxonomía de la flor de loroco

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Clase	<i>Magnoliatae</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Gentaminales</i>
Familia	<i>Apocynaceae</i>
Tribu	<i>Echitoideae</i>
Genero	<i>Fernaldia</i>
Especie	<i>Pandurata</i>

**Fuente:** Parada. M

### 7.3. Características botánicas de la planta de loroco

- **RAIZ:** La raíz de loroco es fibrosa y posee sustancias con ciertas características alcaloides conocidas como “Lorocina” y Loroquina” posee principios activos que influyen en la presión arterial.
- **TALLO:** Es una enredadera delgada (Tipo liana), débil y pubescente, tiene una base leñosa que persiste.

- **HOJAS:** Son oblongas, elípticas, opuestas, bastantes acuminadas, con bordes externos un poco ondulados, con dimensiones de 4 a 22 centímetros de largo y de 1.5 a 12 centímetros de ancho.
- **FLOR:** La inflorescencia se da en racimos y cada uno de ellos posee de 10 a 32 flores, dando un promedio de 25 por racimo.
- **FRUTO:** Es un folículo cilíndrico, alargado, recto o curvado hacia adentro pudiendo alcanzar hasta 34 mm de longitud y entre 5 y 6 mm de diámetro. Dentro de cada folículo pueden hallarse desde 25 hasta 190 semillas, dependiendo de su longitud, encontrándose diferentes tipos de tamaño; cuando tierno es de color verde y luego maduro es café oscuro.
- **SEMILLA:** Con un diámetro entre 2 y 3 milímetros. Posee gran cantidad de vilano (pelos algodonosos) en el extremo, que facilitan su dispersión por el viento. El periodo que tarda en germinar es de 10 a 15 días, aunque en zonas con temperaturas mayores de 30° C, puede germinar de 5 a 8 días. Parada. 2002

#### **7.4. Requerimientos agroclimáticos y edáficos**

- El cultivo del loroco se desarrolla mejor con una precipitación promedio anual de 1200 a 1800 mm.
- Este cultivo se adapta a un amplio rango de altitud, sin embargo su medio agroclimático puede variar de los 20 a 1200 msnm, encontrándose las mayores áreas cultivadas entre los 20 a 800 msnm.
- Temperatura promedio ideal a que se adapta el loroco es de 20° C a 32° C; temperaturas mayores o menores a estos rangos provocan estrés a la planta lo cual afecta su producción de flores.
- El mejor rango de humedad relativa oscila entre 70 a 77% promedio anual.
- Se adapta a diversos tipos de suelo desde francos a francos arcillosos, con pH de 5.5 a 7. (Parada. 2002)

#### **7.5. Temperatura en la consevacion de loroco**

El control de la temperatura es la herramienta más eficiente para alargar la vida de los productos frescos. Muchas veces se comienza con eliminar el calor del campo, que traen los productos a almacenar mediante métodos de pre enfriamiento, con aire o con agua. De esta forma se reduce el tiempo que el fruto respira intensamente, perdiendo agua y compuestos internos.

El control patológico por bajas temperaturas logra retrasar el desarrollo de enfermedades poscosecha a través de dos mecanismos. En primer lugar, al retrasar la maduración del huésped se prolonga la resistencia a enfermedades asociada a la inmadurez, y en segundo lugar se inhibe directamente el desarrollo del patógeno. Se considera que cuanto mayor sea la temperatura, el tiempo que un fruto tarda en deteriorarse es menor ( Cuadro 2), la senescencia del fruto aumenta o acelera, y por tanto la vida del fruto se reduce (Iglesias. 2006).

**Cuadro 2:** Efecto de la temperatura sobre la tasa de deterioro en frutos resistentes a temperaturas bajas

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Velocidad relativo de deterioro</b>	<b>Vida relativa del producto</b>	<b>Perdida por día</b>
0	1	100	1
10	3	33	3
20	7.5	13	8
30	15	7	14
40	22.5	4	25

Fuente: Iglesias.2006

Las bajas temperaturas resultan beneficiosas porque reducen la respiración y el metabolismo. Sin embargo, su acción no afecta a todos los procesos metabólicos con la misma intensidad. Algunos no son alterados. Es importante regular con atención la frigo conservación puesto que puede generar efectos desventajosos. Las bajas temperaturas pueden provocar el paso de la fase de membrana cristalino-líquida a sólido-gel y ello generar una serie de consecuencias (Iglesias.2006).

#### **7.6. Efecto de la temperatura en el metabolismo.**

El manejo de la temperatura en almacenamiento constituye el principal parámetro ambiental por controlar, a parte de la humedad y la composición atmosférica, dado que esta influye directamente sobre los procesos enzimáticos. Algunos de estos son los activadores de la respiración y están directamente relacionados con la temperatura.

La actividad enzimática incrementa de 2 a 2.5 veces la tasa de respiración por cada 10° C de incremento en la temperatura, aumentando los niveles de transpiración en las plantas. La respiración es el proceso por el cual las plantas utilizan varios compuestos carbonados para convertir su energía en formas útiles “ATP y NADPH”. La energía liberada en el

proceso de respiración es necesaria para el desarrollo de procesos vitales para las plantas, tales como la translocación de azúcares, síntesis de proteínas, formación de paredes celulares, etc.”

Básicamente hay dos componentes de la respiración, que son la respiración de mantenimiento, y la de crecimiento (Mosquera.2016).

### **7.7. Temperaturas mínimas en la conservación de vegetales**

Aplicando bajas temperaturas durante el almacenamiento, se logra un aumento sustancial del tiempo de conservación de los productos de origen vegetal. Bajo temperaturas de refrigeración inadecuadas, el producto fresco se congela a alrededor de  $-2^{\circ}\text{C}$ , ocasionando el rompimiento de los tejidos y sabores desagradables al retornar a temperaturas más altas, por lo que el producto generalmente no es comerciable debido a el sabor desagradable, generalmente como resultado de reacciones de fermentación y de una degradación de la textura del tejido. Ocurre con frecuencia cuando el producto se almacena amontonado a temperaturas ambientes. (Iglesias.2006)

### **7.8. Refrigeración y congelación del loroco**

El loroco es una flor altamente perecedera que se cosecha cuando ha alcanzado su máximo desarrollo, este se caracteriza porque el botón floral toma coloración verde claro o tiene una flor próxima abrirse. El loroco se prefiere fresco en el mercado local y externo, porque en este estado conserva sus características organolépticas, los métodos de conservación más utilizados son la refrigeración y el congelamiento.

Mediante refrigeración de uso doméstico ( $10^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{F}$ ), es posible conservar el loroco por un período de 8 días, en bolsas plásticas y dosificado en libras, se coloca en estibas hasta de 3 bolsas para evitar daño provocado por el peso. Recién en la década anterior ha tomado mucho auge como alimento étnico con alta vocación para exportación, preferiblemente al mercado norteamericano, lugar preferido por salvadoreños para emigrar, quienes luego se convierten en clientes que demandan dicho producto (Cerros. 2010).

Por la naturaleza de esta flor, se debe conservar el color, sabor y aroma, condiciones que al manejarlas en cadena fría son favorecidos dichos atributos y mejor conservado, no así al utilizar otros mecanismos diferentes al frío para la conservación. Como el uso de

atmosferas modificadas ya sea en refrigeración o en congelamiento se ha logrado desarrollar manejos aceptables de frutas y hortalizas

### **7.9. Atmosferas modificadas para la conservación de vegetales.**

La atmósfera modificada es una técnica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara frigorífica, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de productos hortofrutícolas, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno ( $O_2$ ) y enriquecida en dióxido carbónico ( $CO_2$ ).

En este caso, la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso. Esta técnica asociada al frío, acentúa el efecto de la refrigeración sobre la actividad vital de los tejidos, evitando ciertos problemas fisiológicos y disminuir las pérdidas por podredumbres en frutas y hortalizas (Cuadro 3).

La acción de la atmósfera sobre la respiración del fruto es mucho más importante que la acción de las bajas temperaturas. Esta atmósfera controlada ralentiza las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración, estando el fruto en condiciones latentes, con la posibilidad de una reactivación vegetativa una vez puesto el fruto en aire atmosférico normal (Mosquera.2016).

El almacenaje en atmosferas modificadas es realizado en recipientes con permeabilidad diferencial a los gases (películas plásticas) y por periodos cortos de tiempo. La composición gaseosa no es exactamente controlada en este caso, sino que dentro del envase se modifica por la respiración hasta alcanzar un equilibrio con la del ambiente. Esta atmósfera de equilibrio va en función del producto, de las características de la película y de la temperatura de almacenamiento (Mosquera.2016).

La modificación de la atmósfera de almacenamiento produce un retardo en los cambios bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia, fundamentalmente el ritmo respiratorio, la producción de etileno, los cambios en la composición y el ablandamiento del producto. Otros efectos que han sido demostrados son la reducción de la sensibilidad del producto al etileno y en algunos casos al daño por frío. En algunos casos, disminuye la severidad del ataque de patógenos y pueden ser utilizadas para el control de insectos (Mosquera.2016).

**Cuadro 3:** Clasificación de los cultivos hortofrutícolas en función de su potencial de almacenamiento bajo atmósferas controladas en condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa.

<b>Duración almacenamiento (Meses)</b>	<b>Cultivo Hortalizas</b>
≥ 12	Almendras, nuez de Brasil, anacardo, avellana, nueces de macadamia, pacanas, pistacho, nuez, frutas secas y vegetales.
De 6 a 12	Algunas variedades de manzana y peras europeas
De 3 a 6	Repollo, col china, kiwi, caqui, la granada, algunos cultivares de peras asiáticas.
De 1 a 3	Aguacate, platano, cereza, uva, mango, aceitunas, cebolla dulce (cultivares), algunos cultivares de nectarina, el melocotón y la ciruela, tomate (verde-maduro)
≤ 1 mes	Espárragos, brócoli, bayas de caña, higo, lechuga, melones, papaya, piña, fresa, maíz dulce, frutas y verduras recién cosechada, algunas flores cortadas.

Fuente: Mosquera.2016

### **7.10. Efectos de la modificación de la atmósfera**

Los beneficios o perjuicios de esta técnica dependen del producto, variedad, cultivo, estado fisiológico, composición de la atmósfera, temperatura, humedad relativa (HR) y duración del almacenamiento, lo que explica la diversidad de resultados para un mismo producto, su uso adecuado mejora normalmente los resultados de la refrigeración convencional en atmósfera de aire.

Para lograr los beneficios deseables de la AM los productos deben conservarse bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y de composición de la atmósfera en O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub> H<sub>4</sub>, sin exceder los límites de tolerancia a bajos niveles de O<sub>2</sub> y elevados de CO<sub>2</sub> que implican riesgos desfavorables. La mayoría de factores alterantes en los alimentos se puede minimizar, e incluso inhibirse, con el empleo de gases como N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, a través del empaque y con el sistema de atmósfera modificada, permitiendo así evitar, retardar o minimizar las reacciones químicas, enzimáticas y microbianas, que

ocasionan la degradación en los alimentos que se producen durante los períodos de almacenamiento (Ospinas. 2008).

**7.11. Entre los beneficios de la Atmósfera Modificadas se mencionaron**

- Frenan la actividad respiratoria.
- Reducen o inhiben la síntesis de etileno.
- Inhiben la maduración.
- Limitan el ablandamiento (actividad de la pectinestearasa y la poligalacturonasa).
- Retrasan las pérdidas de textura.
- Restringen los cambios de composición (pérdida de acidez y de azúcares, degradación de clorofila, desarrollo de antocianinas, biosíntesis de carotenos, prevención de la rancidez y el pardeamiento enzimático paliando las alteraciones fisiológicas y los daños por frío, manteniendo el color y protegiendo las vitaminas de los productos frescos) (Ospinas. 2008). (Ver cuadro número 4)

**Cuadro 4:** Gases utilizados en el envasado en atmósfera modificada

<b>Gases utilizados en el envasado de Atmosfera Modificada</b>			
	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>
<b>Propiedades físicas</b>	Inerte, insípido, insoluble.	Inerte, inodoro, ligero sabor ácido, soluble en agua y grasa.	Comburente, insípido e inodoro.
<b>Ventajas</b>	Desplazamiento de O <sub>2</sub> . Inhibición de aerobios. Evita oxidación de las grasas.	Bacteriostático. Fungistático. Insecticida	Oxigena carnes rojas. Inhibe anaerobios. Sostiene metabolismos vegetales
<b>Desventajas</b>		Solubilidad en agua y grasa	Oxidación de grasas

**Fuente:** Ospinas. 2008

### **7.12. Tipos de envase para atmosfera modificada.**

La principal característica a considerar cuando se seleccionan los materiales para el envasado en atmósfera modificada de frutas y hortalizas son:

- Permeabilidad requerida y selectiva para los distintos gases.
- Transparencia y brillo.
- Peso ligero.
- No tóxicos.
- Resistencia a la rotura y al estiramiento.
- Facilidad para sellarse por calor a temperatura relativamente baja.
- Que no reaccionen con el producto.
- Buena resistencia térmica y al ozono.
- Buena transmisión del calor.
- Adecuado para uso comercial.
- Facilidad de manejo y etiquetado.
- Para el envasado de frutas y hortalizas en atmósfera modificada se seleccionan films de una permeabilidad intermedia de gases.

#### **7.12.1. El envasado mediante películas plásticas.**

El material de envasado elegido debe ser capaz de mantener constante la mezcla de gases, impidiendo la entrada de oxígeno y la fuga de dióxido de carbono. Además, es importante que posea el aditivo antivaho y la característica de pelabilidad. Con el aditivo antivaho evitamos que las gotas de agua procedentes del vapor de agua se condensen en la superficie interna del envase. Otra características de estos es que la soldadura de los envases además de ser resistentes e impermeables, deben facilitar la apertura de la bolsa (Calero.F.2002.).

#### **7.12.2. Película laminada.**

Estas películas están conformadas por láminas de diferentes materiales unidas mediante un adhesivo, en forma de sándwich. Las películas laminadas ofrecen una mejor calidad de grabado ya que la superficie impresa es incorporada entre las numerosas láminas que las constituyen y esto evita el desgaste durante la manipulación. La desventaja de este tipo de películas es que el proceso de elaboración es de alto costo, lo que hace que este tipo de materiales no sea muy empleado (Calero.2002).

Las películas laminadas tienen una excelente calidad de grabado al ser impresas generalmente por el reverso sobre el polipropileno y embebidas en la película. Suelen emplearse con productos de baja o media actividad respiratoria, ya que las capas interfieren en la movilidad del oxígeno hacia el interior del envase.

### **7.12.3. Película coextruidas**

Se caracterizan por ser láminas producidas simultáneamente que se unen sin necesidad de adhesivo. Son más económicas que las películas laminadas, sin embargo, éstas últimas sellan mejor, pues el polietileno se funde y se reconstruye de forma más segura. Las películas coextruidas son grabadas en la superficie y tienden a desgastarse con la maquinaria durante el llenado y el sellado. La velocidad de transmisión de oxígeno hacia el interior del envase es mayor que en las películas laminadas (Calero.2002).

### **7.12.4. Flow-pack**

El flow-pack es un sistema de envasado que se aplica a numerosos productos. El envase está formado por una lámina de film, normalmente polipropileno, que la máquina conforma y sella para formar el envase.

Se caracteriza por una sutura longitudinal en el centro y sendas suturas en los extremos delantero y trasero. En los productos hortícolas, este tipo de envase puede emplearse con o sin bandeja, como es el caso de las fresas y de los pimientos tricolores respectivamente.

El flow-pack reúne una serie de ventajas:

- Perfecta visibilidad del producto.
- Potenciación del aspecto por la transparencia y brillo del polipropileno.
- Posibilidad de identificar el producto, tanto por impresión del mismo film, como por la adhesión de etiquetas, con el agregado de una dispensadora a la máquina de flow-pack.
- Inviolabilidad del empaquetado; una vez abierto el envase no puede dejarse como estaba.
- Altas producciones en empaquetado, a costos moderados.
- Fácil e higiénica manipulación en el punto de venta. El cliente puede tomar el producto sin ensuciarse las manos y sabiendo que nadie lo ha podido manipular.
- Adecuación al tipo de producto. El polipropileno puede ser perforado como diferentes tamaños de orificio, dependiendo de las necesidades de ventilación de la especie envuelta (Calero.F.2002).

En el cuadro 5 se observa las características deseadas en el intercambio de gases de los materiales de empaque para frutas y hortalizas, en atmosfera modificada

**Cuadro 5:** Intensidad de transmisión de O<sub>2</sub> y vapor de agua de materiales de empaquetado seleccionados para frutas y hortalizas.

<b>Película de empaque</b>	<b>Intensidad de transmisión de O<sub>2</sub>(cm<sup>3</sup> m<sup>2</sup>, día.atm) 23°C 0%HR</b>	<b>Permeabilidad relativa a 23°C 0%HR</b>	<b>Intensidad de transmisión de vapor de agua (g/m<sup>2</sup>, día) 38°C 90% HR</b>	<b>Intensidad relativa de transmisión de vapor de agua a 28°C 90% HR</b>
Polietileno de baja densidad (LDEP)	5.000-10.000	Alta	16-24	Semibarrera
Polipropileno (PP)	3.000-3.700	Baja	10-12	Semibarrera
Polipropileno orientado (OPP)	2.000-2.500	Baja	7	Barrera≤10
Cloro de polivinilo (PVC)	2.000-50.001	Baja	2.001	Muy Alta
Poliéster (PET)	50-100	Baja	20-30	Semibarrera

Fuente: Calero.F.2002

## VIII. METODOLOGÍA

### 8.1. Descripción del estudio

La investigación se desarrolló en el periodo de marzo a octubre del año 2022, en Comercializadora 503 S.A de C.V ubicada en Calle L. Boulevard del Ejercito Nacional, Urbanización San Pablo N°29, Soyapango, San Salvador.

### 8.2. Investigación Experimental

La investigación fue de carácter experimental debido a que consiste en la manipulación de una variable experimental no controlada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Se utilizaron 3 tratamientos donde el T0 es el tratamiento testigo que es el que se utiliza actualmente en la empresa Comercializadora 503 S.A de CV, el tratamiento T1 que fue de 2% O<sub>2</sub> –15% CO<sub>2</sub> a una temperatura promedio de precámara de 5°C y el tratamiento T2 fue de 2% O<sub>2</sub>---10%CO<sub>2</sub> a una temperatura promedio de 5°C, con un numero de repeticiones de 4 por tratamientos (Ver cuadro 6). Donde se obtuvieron 12 unidades experimentales.

### 8.3. Tratamientos:

#### Factor A: Atmosfera modificada

- 3% O<sub>2</sub>- 20%CO<sub>2</sub>
- 2% O<sub>2</sub>-15%CO<sub>2</sub>
- 2% O<sub>2</sub>-10% CO<sub>2</sub>

#### Factor B: Temperatura

- 5°C

**Cuadro 6:** Tratamientos en estudio

Tratamiento	Identificación	Descripción
T1	T1am1	Temperatura 5°C Atmosfera 3% O <sup>2</sup> - 20%CO <sup>2</sup>
T2	T1am2	Temperatura 5°C Atmosfera 2% O <sup>2</sup> -15%CO <sup>2</sup>
T3	T1am3	Temperatura 5°C Atmosfera 2% O <sup>2</sup> -10% CO <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la calidad organoléptica de la flor de loroco se realizó un análisis sensorial. En donde se determinó cual mantuvo el olor, sabor y color característicos del loroco fresco. Para ello se utilizó el análisis de componentes principales.

#### 8.4. Materiales y equipo

Los materiales y equipos utilizados en la investigación sobre la evaluación de atmosferas modificadas en el empaque de loroco se muestra el cuadro número 7

**Cuadro 7:** Materiales, equipos y utilizados

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Utensilios</b>
Loroco	Basculas semi-analitica	Jabas
Bolsas de polietileno 7x9 pulgadas	Empacadora al vacío Henkelman atmoz 2-75	Guantes
Agua potable	Check point 3 medidor de gases	Mesas acero inoxidable
Detergente Supreme 400 ml/25gl	Termóstato	Coladores
Desinfectante CS-Perox 65 ml/25 gl	Centrifugas	Guantes
Cilindros de gas CO2	Bascula de piso semi-analitica	

Fuente: Elaboración propia

#### 8.5. Metodología de oficina

En la primera fase se procedió a la revisión bibliográfica en libros, revistas, tesis y artículos científicos; sirviendo como fundamento teórico para la investigación, y además se llevará a la conclusión del verdadero problema y su justificación, siguiendo los pasos del método científico se elabora apartados como objetivos, metodología, cronograma y presupuesto, todo ello con la finalidad de estudiar las unidades experimentales.

### 8.6. Flujograma montaje de investigación

En la figura 1, se detalla los pasos a cumplir para, desarrollar el procedimiento que se llevo a cabo para obtener los tratamientos y muestras que se estudiaron en la investigación.



**Figura 1:** Flujo grama de montaje de la investigación

### 8.6.1. Recepción del producto:

El loroco fue recibido en sacos de nailon, posteriormente pesado y fue revisado para verificar que cumpla con los estándares de calidad apropiados para exportación (ver cuadro 8) y (Figura 2), el loroco es proveniente de las plantaciones de San Luis Talpa.

**Cuadro 8:** Estándares de calidad para recepción de flor de Loroco

Estándares de calidad	
Características	Aceptación
Color verde claro	95%
Olor característico a producto a recibir	100%
Producto no grato	
Gajo color blanco	5%
Flor reventada	5%
Presencia de plaga	2%



**Figura 2:** Separación de avería y desecho por entrada de loroco

### 8.6.2. Selección del producto.

El loroco fue depositado en mesas de acero inoxidable en la cual se buscó eliminar todo el producto que no cumpla los estándares de calidad establecidos para exportación (Figura 3).



**Figura 3:** Selección de loroco en mesas de acero inoxidable

### 8.6.3. Lavado y desinfección.

Para el lavado se utilizó el detergente Supreme el cual su dosificación es de 400 ml de este agente químico en 25 galones de agua con el fin de eliminar suciedad procedente del campo este proceso se realizó mediante la inmersión del loroco en las tinas de lavado ver figura 5; luego se enjuago con agua para eliminar la presencia de Supreme ver figura 4, para posteriormente se desinfecto con CES PEROX en una dosificación de 65 ml en 25 galones para eliminar cualquier patógeno que pongan en riesgo el producto ver figura 6.



**Figura 4:** Lavado con detergente con nombre Supreme especial.



**Figura 5:** Enjuague de loroco en agua atreves de inmersión



**Figura 6:** Desinfección con CES-Perox

#### **8.6.4. Secado**

El secado se realizó utilizando centrifugas donde el loroco una vez fue desinfectado se coloca en bolsas de nylon 10cm x 22cm hasta obtener un peso de 10 libras, posteriormente colocándolas en el interior de la tolvas de la centrifuga durante el tiempo de 30 segundos con el objetivo de eliminar la mayor cantidad de agua que pudo absorber durante el proceso de lavado y desinfección, una vez se realizó este proceso se colocó en jabas y se trasladó a pre-cámara para a climatizar el producto por 1 hora (ver figura 7 y 8.)



**Figura 7:** Empacado de loroco para secado en centrifugas.



**Figura 8:** Centrifugado de loroco

#### **8.6.5. Empaque**

El loroco una vez climatizado se colocó en mesas de acero inoxidable y fue colocado en bolsas de polipropileno con dimensiones de 7x9 pulgadas para pasar posteriormente al pesaje (Ver figura 9 y 10).



**Figura 9:** reducción de temperatura en el área de precamara.



**Figura 10:** Empacado de loroco

#### **8.6.6. Pesaje**

Las bolsas de loroco fueron pesadas en basculas semi-analiticas en presentaciones de 6 oz (Ver figura 11).



**Figura 11:** Pesado de loroco

#### **8.6.7. Sellado**

El sellado se realizó en empacadoras de vacío llamadas Henkelman modelo Atmos-275 capaces de inyectar dióxido de carbono y oxígeno para crear atmosfera modificada al interior del empaque, Los cilindros de gases de dióxido de carbono y oxigeno son proporcionado por la empresa INFRASAL. La dosificación para los tratamientos se realizó en 4 bolsas de loroco por tratamiento siendo un total de 12 bolsas, modificando la concentración de gases a dosificar para crear distintos tratamientos (Ver figura 12).



**Figura 12:** Sellado y aplicación de atmosfera modificada en bolsas de loroco.

### 8.6.8. Toma de datos

Se colocó las bolsas de loroco en jabas, cada jaba dividida por tratamiento durante un tiempo de 15 días, las muestras evaluadas fueron tomadas cada 7 días, la primera muestra fue el día que se montó el ensayo, la segunda muestra fue a los 7 días y la última muestra fue a los 15 días (Ver figura 13).

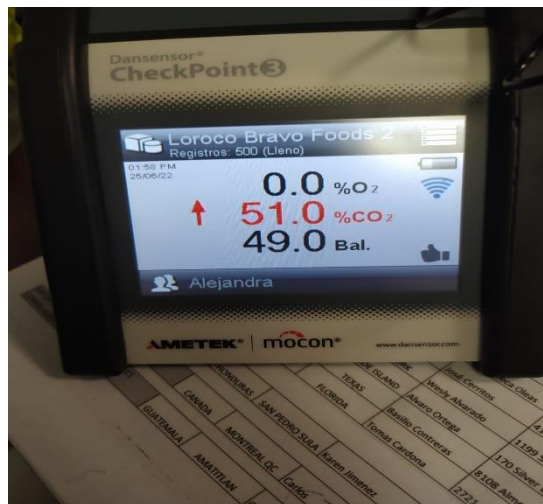


**Figura 13:** Verificación correcta de gases para atmosfera modificadas

Las características evaluadas fueron:

- Concentración de gases al interior de los tratamientos a estudiar:

La concentración de gases fue medida con la ayuda del equipo CheckPoint 3 que es un analizador de gases para control de calidad de los envases en atmosfera modificada, el procedimiento de la toma de gases fue atreves de una sonda con aguja que va conectada al equipo, se le coloco una almohadilla para evitar el ingreso de la atmosfera del ambiente dentro de las bolsas de loroco; se introdujo con mucho cuidado la aguja al interior de las bolsas, evitando el contacto con el loroco, y el equipo se encargó de analizar la concentración de gases dentro de los tratamientos (Ver figura 14).



**Figura 14:** Toma de concentración de gases durante un tiempo de 15 días en refrigeración

- Características Organolépticas.

Las características organolépticas fueron realizadas a través de un panel de evaluadores de cuatro personas, las evaluaciones fueron divididas en 3 muestras, la primera muestra se realizó a los 5 días de haber montado la investigación, la segunda muestra a los 10 días después, y la última toma a los 15 días, mediante una encuesta aceptación, evaluando las siguientes características sensoriales que atraen a los compradores (Ver figura 15).

El análisis sensorial se desarrolló en la empresa Comercializadora 503 S.A de C.V con un total de 4 panelistas expertos en calidad de flor de loroco y se realizó una prueba afectiva de aceptación por atributos. Para esto se usó, una ficha de análisis sensoriales con una escala de 1 al 10, siendo el 1 “Desagradable” y el 10 “Agradable” (anexo 19). Los atributos o características organolépticas evaluadas fueron: Color, Olor y Sabor y los criterios de valoración utilizados fueron los siguientes:

- 1=Desagradable
- 2=Moderadamente desagradable
- 3= Poco desagradable
- 4=Ligeramente desagradable
- 5=No me agrada, Ni desagrada
- 6= Poco agradable
- 7=Ligeramente Agradable
- 8=Agradable

- 9=Buenas condiciones
- 10=Excelente



**Figura 15:** Pruebas Organolépticas

### 8.7. Metodología Estadística

Las variables estudiadas fueron:

- Pérdida de peso
- Características Organolépticas
- Tiempo de vida anaquel.

Se analizaron con métodos estadísticos descriptivos como: tablas de frecuencias y representaciones graficas con el propósito de identificar el comportamiento de cada uno de los datos. Luego se procedió a analizar con un diseño completamente al azar ya que las unidades experimentales son homogéneas y se encuentran en condiciones controladas de laboratorio. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza con qué fin de identificar si hay diferencias significativas entre los tratamientos que se estudiaron. Observándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Luego se procedió a conocer cuál es el mejor tratamiento, es decir el tratamiento que está produciendo los mejores efectos en las variables en estudio para lo cual se utilizó la prueba de comparación de medias Tukey.

Para determinar la calidad organoléptica de la Flor de Loroco se realizó un análisis sensorial. En donde se determinó cual mantuvo el olor, sabor y color característicos del loroco fresco. Para ello se utilizó el análisis de componentes principales.

## IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

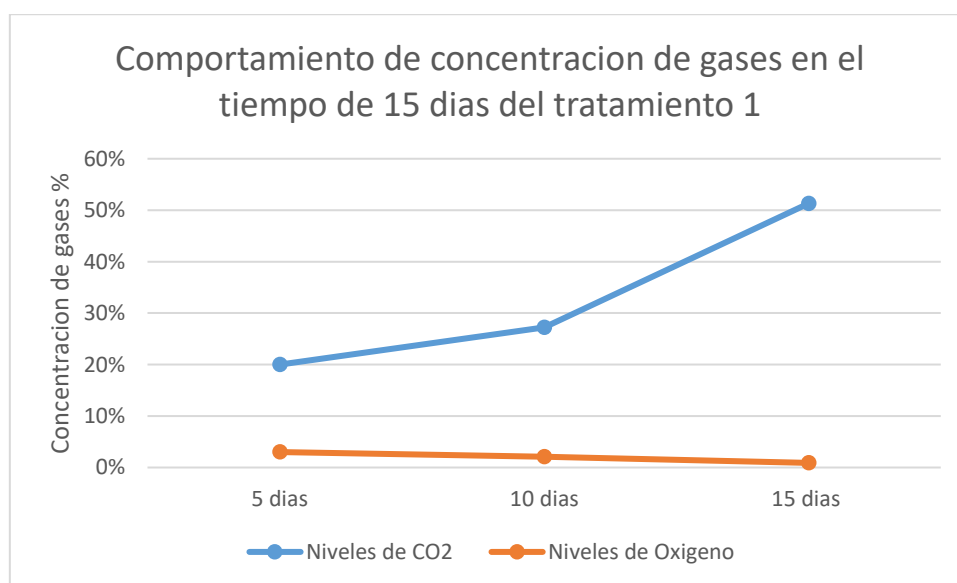
**Cuadro 9:** resumen de características organolépticas del loroco almacenado a temperatura de 5°C bajo diferentes atmosferas modificadas.

Concentraciones de gases y Características organoléptica evaluadas	Primera toma (5 días)			Segunda toma (10 días)			Tercera toma (15 días)		
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Niveles de CO <sub>2</sub>	20% CO <sub>2</sub>	16.7% CO <sub>2</sub>	10% CO <sub>2</sub>	37.2% CO <sub>2</sub>	25.8% CO <sub>2</sub>	27% CO <sub>2</sub>	51.3% CO <sub>2</sub>	44.9% CO <sub>2</sub>	44.4% CO <sub>2</sub>
Niveles de Oxígeno	3% O <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub>	2.1% O <sub>2</sub>	1.3% O <sub>2</sub>	1.2% O <sub>2</sub>	0.9 % O <sub>2</sub>	0% O <sub>2</sub>	0% O <sub>2</sub>
Color	Característico	Característico	Característico	verde claro presencia de pequeñas manchas síntomas de necrosis	Verde claro color característico	Verde claro presencia de manchas negras síntomas de necrosis	Verde con tonalidades oscuras color marrón	verde claro presencia de pequeñas manchas síntomas de necrosis	Verde con tonalidades oscuras color marrón
Olor	Característico	Característico	Característico	Olor con presencia de a inicio de putrefacción	Olores característicos no hay señal de putrefacción	Olor con presencia de inicio a descomposición	Olor fuerte (Desagradable)	Olor con presencia de a inicio de putrefacción	Olor fuerte (Desagradable)
Sabor	Característico	Característico	Característico	Sabor fuerte empiezo de descomposición	Sabor característico no hay cambio respectivo	Sabor fuerte con señal de empezar a descomponerse	Sabor fuerte no grato a paladar	Sabor fuerte empiezo de descomposición	Sabor fuerte no grato a paladar
Peso	6oz	6oz	6oz	5.5oz	5.7oz	5.4oz	5.2oz	5.4 oz	5.3 oz

## ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

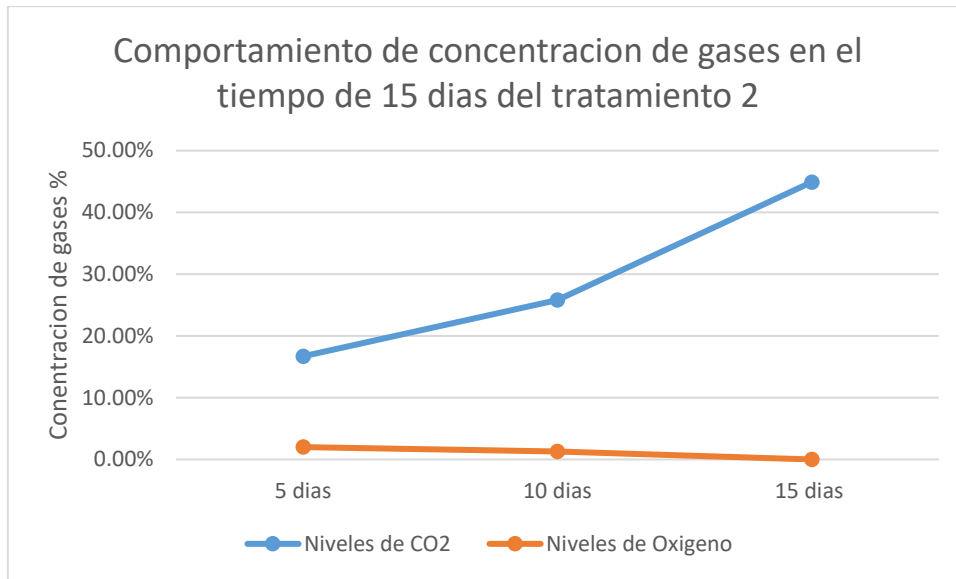
Como se observa en el cuadro 9, el tratamiento que mejores características sensoriales presentó a temperaturas de refrigeración de 5°C fue el tratamiento dos (T1am2) con una concentración de 2% oxígeno y 15% dióxido de carbono dando como resultado una vida anaquel del producto de 13 días.

Dolores.2009 en empaques de atmosfera modificada para alimentos salvadoreños. Midió la vida anaquel del loroco almacenando las bolsas a temperaturas de 6°C con una humedad relativa de 90% utilizando atmosfera modificada de 2% O<sub>2</sub> y 12% CO<sub>2</sub> y otras bolsas de loroco sin atmosfera modificada, donde el loroco tuvo una vida anaquel de 3.65 días sin atmosfera modificada y al utilizar atmosfera modificada duplico la vida anaquel en 7.5 días. En contraste con los resultados que se obtuvieron en la investigación se observó que al aumentar los niveles de CO<sub>2</sub> en un 3% intentando mantener temperaturas de 5°C se obtiene una vida anaquel de 13 días; teniendo un aumento de 5.5 días, utilizando la concentración de 2% O<sub>2</sub> y 15% CO<sub>2</sub>



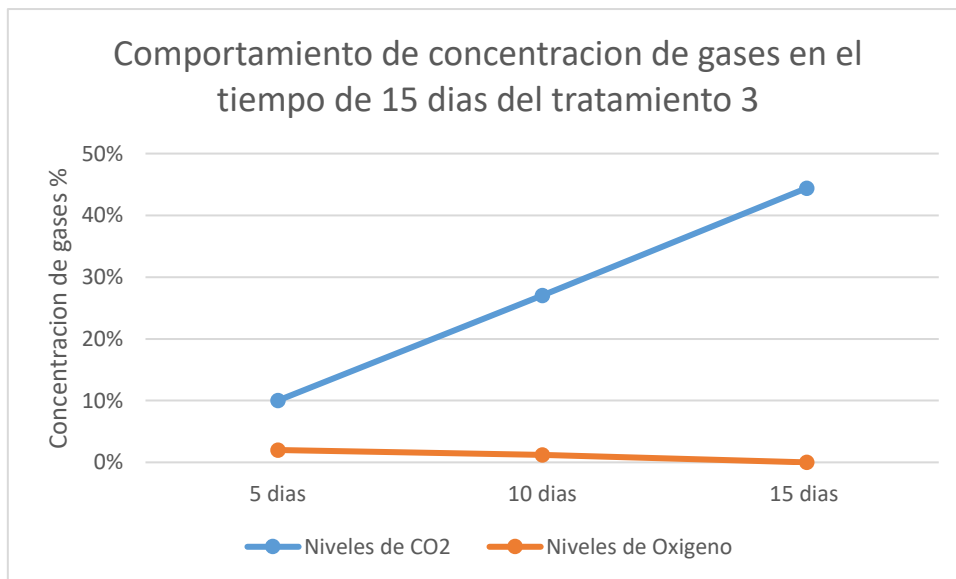
**Figura 16:** Comportamiento de concentraciones de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 1

En la figura 16 se observa que entre los días 5 a 10 días hubo un incremento de 7.2% de dióxido de carbono pero al llegar a los 15 días de haber realizado la muestras, hubo un incremento significativo 24.1%, caso contrario al oxígeno que va disminuyendo poco a poco en condiciones de 1% cada 5 días.



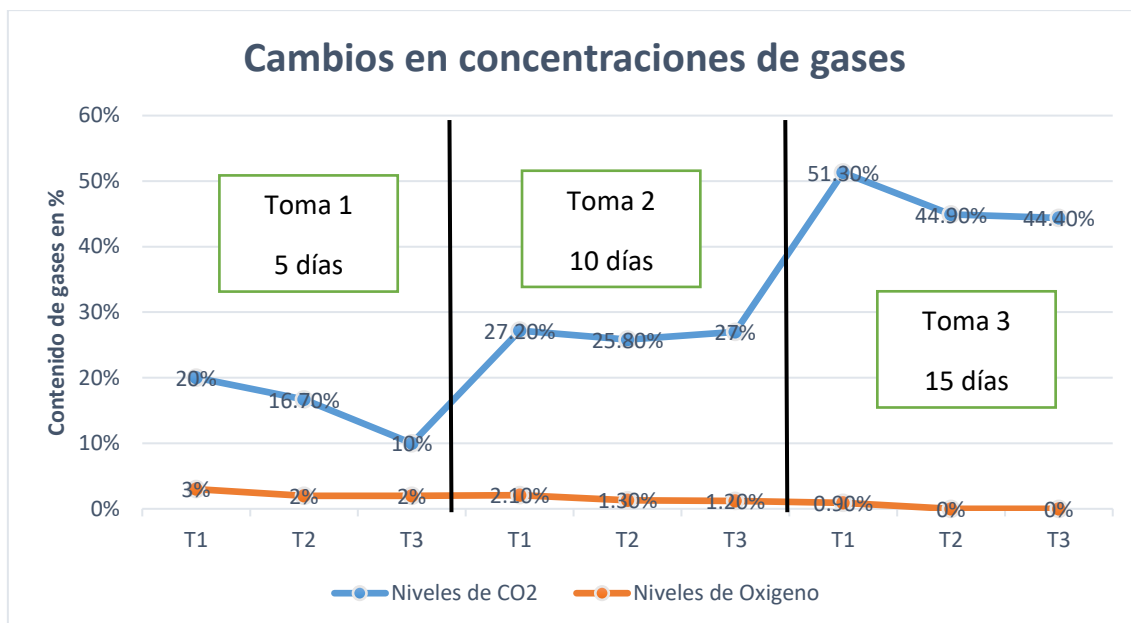
**Figura 17:** Comportamiento de concentración de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 2

En la figura 17 se observa que entre los días 5 a 10 días hubo un incremento de 9.1% de dióxido de carbono pero al llegar a los 15 días de haber realizado la muestras, hubo un incremento significativo 19.1%, caso contrario al oxígeno que va disminuyendo poco a poco en condiciones de 1% cada 5 días.



**Figura 18:** Comportamiento de concentración de gases en el tiempo de 15 días del tratamiento 3

En la figura 18 se observa que entre los días 5 a 10 días hubo un incremento de 17% de dióxido de carbono pero al llegar a los 15 días de haber realizado la muestras, hubo un incremento significativo 17.4%, caso contrario al oxígeno que va disminuyendo poco a poco en condiciones de 1% cada 5 días.



**Figura 19:** Comportamiento de gases de las atmósferas modificadas durante el tiempo de montaje de investigación.

Se evaluó por medio del equipo check point 3. El comportamiento tanto del oxígeno como del dióxido de carbono al interior de los empaques, de los tres tratamientos, diseñado a temperatura constante de 5°C.

Como se observa en la figura 19 y se detalla en la tabla 9, se puede determinar que en términos de comportamiento de los gases utilizados en la atmósfera modificada, en los tratamientos se tiene que, la concentración de oxígeno se fue reduciendo lentamente hasta no haber presencia de este dentro de los empaques de los tres tratamientos de loroco; caso contrario del dióxido de carbono que a medida que el tiempo avanza aumentan los niveles hasta lograr abarcar el 50% de la atmosfera modificada, queriendo decir que la concentración de dióxido de carbono elevado genera niveles de toxicidad en la flor de loroco provocando la respiración anoxigenica que consiste en en realizar la fotosíntesis sin liberar O<sub>2</sub> aumentando los niveles de CO<sub>2</sub> y algunos casos azufre, dependiendo del tipo de fruta y hortaliza que lo realiza. Donde se presentó un aumento significativo de CO<sub>2</sub> durante los 10 y 15 días de almacenamiento 5°C.

## 9.1. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en el ensayo, se realizó un análisis de varianza detallado en la Cuadro 10

### 9.1.1. Análisis de varianza de vida anaquel de Flor de Loroco

**Cuadro 10:** Análisis de varianza para la variable Vida Anaquel

<b>Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	<b>52.67</b>	<b>2</b>	<b>26.33</b>	<b>55.76</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>52.67</b>	<b>2</b>	<b>26.33</b>	<b>55.76</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>Error</b>	<b>4.25</b>	<b>9</b>	<b>0.47</b>		
<b>Total</b>	<b>56.92</b>	<b>11</b>			

Aplicando el diseño completamente al azar se observa que si hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Se demostró estadísticamente con una probabilidad de error del 0.0001 que los tratamientos en estudio están produciendo diferentes efectos sobre el tiempo en estudio, con un nivel de significación del 1%. Produciendo los mejores efectos alguno de los tratamientos.

Con el propósito de ver cuál es el mejor tratamiento se aplicó la prueba de Tukey, (ver cuadro 11)

### 9.1.2. Prueba de Tukey

**Cuadro 11:** Prueba de tukey para la variable vida anaquel

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=1.86503					
Error:0.4722 gl: 9					
Tratamientos	Medias	N	E.E		
T2	12.25	4	0.34	A	
T1	8.75	4	0.34		B
T3	7.25	4	0.34		B

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )

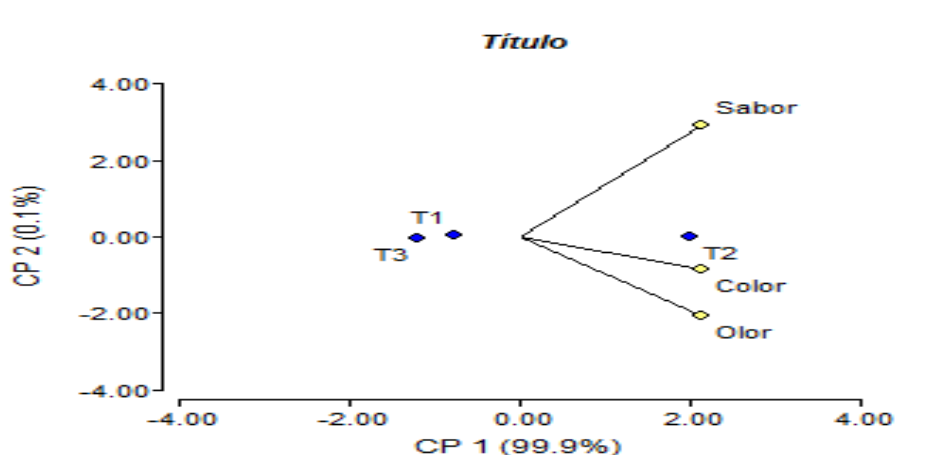
Fuente: Elaboración propia

El tratamiento 2 que fue de 2% O<sub>2</sub> y 15% CO<sub>2</sub> tiene un mayor tiempo de vida anaquel de 12.25 días que los tratamientos 3 que fue de 2%O<sub>2</sub> y 10% CO<sub>2</sub> con un total de 7.25 días y el tratamiento 1 que es el testigo usando concentraciones de 3%O<sub>2</sub> y 20%CO<sub>2</sub> con un total de 8.75 días.

Mosquera,2016. en utilización del método de conservación bajo atmosferas controladas en frutas y hortalizas, establece una duración de almacenamiento de frutas y hortalizas en la cual afirma que el tiempo de vida anaquel de la mayoría de las hortalizas de hojas y flores tienen una vida anaquel de menos de un mes como es el caso de lechuga que se almacena a temperaturas de 0-2°C con concentraciones de 2-3%O<sub>2</sub> Y 2-5%CO<sub>2</sub> y la espinaca que se almacena de 0-2°C con concentraciones de 21%O<sub>2</sub> y 10-20%CO<sub>2</sub>, en comparación a resultados obtenidos el tratamiento 2 que se almaceno a 5°C a concentraciones de 2%O<sub>2</sub> y 15%CO<sub>2</sub> se mantuvo con una vida útil de 13 días estando dentro de los parámetros establecidos por Mosquera para el caso de las hortalizas.

La reducción de O<sub>2</sub> y el enriquecimiento en CO<sub>2</sub> son consecuencias naturales del desarrollo de la respiración cuando las frutas y hortalizas frescas se almacenan en un envase herméticamente cerrado. Estas modificaciones en la composición de la atmósfera, provocan un descenso en la intensidad respiratoria del material vegetal. Si el producto está encerrado en una película impermeable, los niveles de O<sub>2</sub> en el interior del paquete, podrían descender a concentraciones muy bajas en las que se podría iniciar la respiración anoxigénica

## 9.2. Diagrama de componentes principales, características organolépticas



**Figura 20:** Diagrama de componentes principales de calidad sensorial de flor de loroco

CP1 + CP2= 99.9%+0.1%= 100% es aceptable

El 100% de la variación producida está siendo explicada por los componentes principales 1 y la principal 2, el cual nos indica que los niveles de aceptación de los dos componentes son aceptables ya que hay relación entre los componentes.

**Interpretación:**

Las variables categóricas muestran una relación de dependencia expresada por un nivel de cercanía de los vectores olor, sabor y color (Angulo menor a  $90^\circ$  entre ellos). El tratamiento de Atmosfera modificada en flor de loroco que tuvo una mayor aceptación en las variables categóricas olor, color y sabor es el tratamiento 2, ya que es el tratamiento que más cercanía tiene referente a los variables relacionadas, caso contrario al tratamiento 1 y 3, que están más alejados a las variables en estudio (ver figura 20)

## **X. CONCLUSIONES**

- Se demostró que la combinación de gases comercial utilizada en la empresa Comercializadora 503 S.A de C.V para empacar flor de loroco con atmosfera modificada en concentraciones de (20% de CO<sub>2</sub> y 3% de O<sub>2</sub>), no es la mejor para mantener la vida anaquel del loroco a temperatura de refrigeración de 5°C.
- El mejor tratamiento de concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en relación a la vida de anaquel y calidad sensorial fue el tratamiento 2, donde se utilizó un porcentaje de 2% de oxígeno y 15% de dióxido de carbono, aumentado la vida anaquel del loroco en 3 días en relación al testigo, superando también al tratamiento 3, manteniendo las características organolépticas por más tiempo a temperatura de refrigeración de 5°C.
- Con atmosfera modificada, en refrigeración, el loroco, logra aumentar su vida anaquel en un promedio de 15 días, dando la posibilidad de ser comercializados en supermercados, debido que uno de los retos más grande de que el loroco no es comercializado en supermercados, es que debido a la corta vida anaquel, se deteriora con mayor velocidad.

## **XI. RECOMENDACIONES**

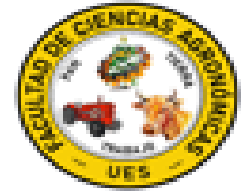
- Se recomienda modificar las concentraciones de gases utilizada en atmosfera modificada en la Comercializadora 503 S.A de C.V para poder alargar la vida anaquel de sus productos a temperaturas de refrigeración utilizando el tratamiento 2, a una concentración de 2% de oxígeno y 15% CO<sub>2</sub>, ya que fue el tratamiento que presento mayor rendimiento tanto, en la relación de vida anaquel y la calidad sensorial.
- En Comercializadora 503 S.A de C.V, el uso de atmosfera modificada, en condiciones de congelamiento, no es necesario, debido que la flor de loroco congelada, presenta una tasa de respiración es casi nula, pudiendo conservarse por mucho tiempo sin necesidad de el uso de atmosfera modificada, solo se recomienda usar atmosfera modificada si la flor de loroco es comercializada a temperaturas de refrigeración.

## XII. ANEXOS

### Anexo A-1 Prueba afectiva de aceptación por atributos



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA.



#### Prueba afectiva de aceptación por atributos

**TEMA:** Evaluación del efecto de distintas atmosferas modificadas a temperatura constante de almacenamiento sobre vida de anaquel y calidad sensorial de la flor de loroco (*Eremodia purpurata*) empacada en refrigeración en Comercializadora 503 S.A de C.V, Soyapango, San Salvador

Panelista N°: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Indicaciones: Frente a usted hay una muestra de loroco, usted debe calificarla según criterio, para esto se le presenta una ficha de captación con una escala de margen 10 a 1, siendo 1 "Desagradable" y el 10 "Agradable"

Marque con una línea vertical sobre la línea horizontal

Color

1 Desagradable	10 Agradable
----------------	--------------

Olor

1 Desagradable	10 Agradable
----------------	--------------

Sabor

1 Desagradable	10 Agradable
----------------	--------------

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Calero.F.2002. El envasado en atmosfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. Cartagena. España. Consultado el: 25-02-2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81370202.pdf>.
- Cerros. E. 2010. Conservación de alimentos por frio. San Salvador, El Salvador. Consultado el 20 de julio de 2022. Disponible en: [https://fusades.org/publicaciones/conservacion\\_alimentos\\_frio.pdf](https://fusades.org/publicaciones/conservacion_alimentos_frio.pdf).
- Dolores M. 2009. Empaques de atmosferas modificadas para alimentos salvadoreños. El Salvador, El salvador. Consultado el 20 de julio de2022. Disponible en: <https://uca.edu.sv/wp-content/uploads/2020/03/35-investigacion-uca-empaques-atmosfera-modificada.pdf>
- Escalona.H. 2017. Uso de envasado en atmosfera modificada en los productos de IV y V gama. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Chile. Consultado el 23 de febrero de 2022. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n2/2301-1548-agro-21-02-00001.pdf>
- Iglesias. E.2006. Tecnologías de envasado en atmosfera protectora. Madrid. España. Consultado el: 16 de febrero de 2022. Disponible el: [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt3\\_tecnologias\\_de\\_ensado\\_en\\_atmosfera\\_protectora.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt3_tecnologias_de_ensado_en_atmosfera_protectora.pdf)
- MAG (Ministerio de Ganadería y Agricultura).2014. Perfil del cultivo y negocios del Loroco (*Fernaldia Pandurata*). San Salvador. El Salvador. Consultado el: 01 de febrero de 2022. Disponible en: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Contribuciones2014626103443.pdf>
- Mosquera.N.2016. Utilización del método de conservación bajo atmosferas controladas y modificadas en frutas y hortalizas. Imbadura. Ecuador. Consultado: 16 de febrero de 2022. Disponible en: Dialnet-UtilizacionDelMetodoDeConservacionBajoAtmosferasCo-6583430.pdf.
- Mosquera N. 2015. Utilización del método de conservación bajo atmosferas controladas en frutas y hortalizas. Quito. Ecuador. Consultado el: 20 de julio de 2022. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>

- Ospinas.S. 2008. La atmosfera Modificada: Una alternativa para la conservación de los alimentos. Antioquia. Colombia. Consultado el: 24-02-2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/695502.pdf>
- Parada. M. 2002. El cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*) en El Salvador. San Salvador. El Salvador. Consultado el: 15 de febrero de 2022. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9089/1/Cultivo%20del%20loroco%20El%20salvador,%202002.pdf>