

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas



**“Evaluación de tres tipos de empaque para prolongar la vida de
anaquel de Loroco (*Fernaldia pandurata* W.)”**

por

Br. Francisco Javier Calles Pérez

Ingeniería Agroindustrial

**Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Agroindustria**



**“Evaluación de tres tipos de empaque para prolongar la vida de
anaquel de loroco (*Fernaldia pandurata* W.)”**

por

Br. Francisco Javier Calles Pérez

**Presentada como requisito para obtener el
Título de Ingeniero Agroindustrial**

Ciudad Universitaria, 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

M. Sc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA

ING. AGR. HUMBERTO RUIZ MEJÍA

COORDINADOR DE CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

ING. AGR. OMAR ANTONIO LARA DÍAZ

ASESOR DIRECTO

ING. AGR. HUMBERTO RUIZ MEJÍA

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGUÍA DE PÉREZ

Dedicatoria

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, cuya guía divina iluminó mi camino y brindó paz a mi espíritu en cada paso de este viaje académico. Sin Su inspiración y amor, este logro no hubiera sido posible.

A mis padres Ángel Calles Chopin y Mirna Aracely Pérez de Calles, cuyas enseñanzas, sacrificios y amor incondicional han sido el pilar fundamental de mi vida. Su apoyo constante y su fe en mí han sido la fuerza que me impulsó a superar cada desafío. Este trabajo de graduación es el reflejo de su dedicación y esfuerzo, y se los dedico con profunda gratitud y cariño.

1. Agradecimientos

A Dios Todopoderoso que me ha prestado la vida brindándome paciencia, sabiduría y fortaleza para lograr este éxito y culminar mi formación profesional.

A mis queridos padres Ángel Calles Chopin y Mirna Aracely Pérez de Calles quienes me apoyaron anímica, económica y moralmente durante todo este camino a pesar de las diferentes dificultades, dándome el coraje y motivación para seguir adelante y alcanzar esta meta. A ellos dedico este logro.

A mi hermano y hermanas quienes siempre me motivaron a seguir adelante en la carrera.

Al Ing. Juan de Dios y mi compañero Bladimir Morales quienes me apoyaron con el montaje del proyecto y toma de datos en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, también al Lic. Wilmar Morales por su ayuda con el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la investigación.

A mis distinguidas amistades y personas especiales en la vida: Arly Dueñas, Lesly Monge, Andrea Díaz y Nancy Torres, quienes me han brindado todo su apoyo moral durante las diferentes etapas de mi carrera, situaciones vividas a nivel personal y a medrar anímicamente, gracias por motivarme a seguir adelante y mejorar como persona.

Gracias a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron al desarrollo de esta investigación, personal de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador que facilitaron equipos e instalaciones para el montaje del proyecto, personal y estudiantes que colaboraron como jueces de cata para pruebas sensoriales y productores de loroco del Cantón El Achiotal que proporcionaron el material experimental con el que se desarrolló la investigación.

2. Índice General

I.	Introducción	7
II.	Planteamiento del problema	8
III.	Objetivos.....	9
3.1	Objetivo General.....	9
3.2	Objetivos específicos	9
IV.	Estado del arte	9
V.	Revisión bibliográfica	11
5.1	Importancia del loroco en El Salvador	11
5.2	Origen	11
5.3	Características botánicas de la flor de loroco	11
5.4	Preferencias de consumo	12
5.5	Información nutricional	12
5.6	Cosecha y manejo postcosecha.....	13
5.7	Técnicas de conservación	15
5.7.1	Técnica de preservación por atmósferas modificadas (AM).....	15
5.8	Polímeros utilizables y su función en el envasado en atmósfera modificada.....	16
5.8.1	Polietileno (PE)	16
5.8.2	Polipropileno (PP).....	17
5.8.3	Policloruro de vinilo (PVC)	17
VI.	Metodología.....	18
6.1	Ubicación del estudio	18
6.2	Fase de campo	18
6.3	Preparación de empaques	19
6.4	Medición de parámetros iniciales.....	20
6.5	Montaje del ensayo.....	20
6.6	Mediciones de parámetros	20
6.7	Sondeo organoléptico	21
6.8	Metodología estadística	21
VII.	Desarrollo de metodología.....	22

7.1	Caracterización de materia prima inicial	23
7.2	Adecuación de empaques	24
7.3	Parámetros iniciales.....	25
7.4	Desarrollo de montaje del ensayo.....	27
7.5	Medición de parámetros	30
7.5.1	Medición atmósfera interna del empaque.....	30
7.5.2	Medición de color.....	31
7.5.3	Sondeo sensorial de muestras.....	32
7.6	Análisis estadístico	33
VIII.	Análisis y discusión de resultados.....	34
8.1	Resultado de atmósferas internas generadas en empaques.....	34
8.2	Resultados de medición de color con colorímetro digital.	38
7.2.1	Medición de color en pétalos	38
7.2.2	Medición de color en pedúnculo y base de sépalos	42
8.3	Resultados de sondeo sensorial	46
IX.	Conclusiones.....	52
X.	Recomendaciones	52
XI.	Bibliografías	53
XII.	Anexos.....	56

3. Índice de cuadros

Cuadro 1.	Contenido nutricional por cada 100 gr de loroco	13
Cuadro 2.	Características de permeabilidad a los gases de diferentes polímeros.....	17
Cuadro 3.	Identificación de tratamientos y variables en estudio.....	20
Cuadro 4.	Descripción de métodos y equipo utilizado en la medición de parámetros.....	21
Cuadro 5.	Cálculo de unidades experimentales (UE) utilizadas durante el estudio	22
Cuadro 6.	Resultados de significancia estadística para color de pétalos.....	38
Cuadro 7.	Resultados de significancia para color de pedúnculo y base de sépalos.	42

4. Índice de figuras

		Página
Figura 1.	a) Racimo floral de loroco apto para cosecha, b) flores de loroco abiertas no apreciables para comercialización.....	12
Figura 2.	Loroco salvadoreño en condiciones de congelación listo para exportación.	12

Figura 3. Inflorescencias de loroco en planta listas para cosecha.	14
Figura 4. Ubicación de la Estación Experimental y de Prácticas	18
Figura 5. a) Loroco fresco tal como se recibió, b) Impurezas eliminadas producto de la selección del loroco, c) Loroco fresco seleccionado.	23
Figura 6. a) Colocación de loroco en tina para desinfección, b) Tina con loroco en remojo, c) Agitación y enjuague de loroco.	23
Figura 7. Proceso de secado del loroco.	24
Figura 8. Aforo de bolsas con 1200 ml de agua para garantizar que cada empaque cuente con el mismo volumen, a) bolsa PEB, b) bolsa PP, c) bolsa PEC.	24
Figura 9. Corte de bolsas con dimensiones similares.	25
Figura 10. Equipo medidor de gases bajo método de cámara cerrada.	25
Figura 11. Colorímetro digital utilizado para medir el color de cada unidad experimental.	26
Figura 12. a) Agrupación de inflorescencias para medir color de pétalos; b) Medición de color de pétalos con colorímetro; c) Agrupación de inflorescencias para medir color de pedúnculo y base de sépalos; d) Medición de color de pedúnculo y base de sépalos con colorímetro digital.	27
Figura 13. a) Empaque Polietileno Biorientado; b) Empaque Polipropileno; c) Empaque Polietileno comercial.	27
Figura 14. Unidades experimentales compuestas por 100 gr de flor de loroco listas para ser empacadas.	28
Figura 15. Asignación e identificación de tratamientos, a) T1: Polietileno Biorientado (PEB), b) T2: Polipropileno (PP), c) T3: Polietileno Baja Densidad (PEBD).	28
Figura 16. Proceso de empaque de loroco.	29
Figura 17. Sellado de bolsas con loroco.	29
Figura 18. Refrigeradora utilizada para almacenar unidades experimentales (Izq.) vista externa del equipo, (Der.) vista interna del refrigerador y ubicación del termostato para control de temperatura.	30
Figura 19. Venda adhesiva colocada a los empaques plásticos para introducir el sensor del equipo medidor de gases.	31
Figura 20. Medición de %O ₂ y %CO ₂ dentro de empaque.	31
Figura 21. a) medición de color de pétalos; b) medición de color de pedúnculo y base de sépalos.	32
Figura 22. Preparación de muestras para degustación sensorial.	32
Figura 23. Colocación de muestras para degustación en cabina de pruebas sensoriales.	33
Figura 24. Comportamiento de la atmósfera interna en el empaque de Polietileno biorientado a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.	34
Figura 25. Comportamiento de la atmósfera interna en el empaque de Polipropileno a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.	35
Figura 26. Comportamiento de atmósfera interna en el empaque de Polietileno de baja densidad a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.	37
Figura 27. Comportamiento de la variable luminosidad en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.	39
Figura 28. Comportamiento de la variable a* (rojo - verde) en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.	40

Figura 29. Comportamiento de la variable b* (amarillo – azul) en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.....	41
Figura 30. Comportamiento de variable Luminosidad en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.	43
Figura 31. Comportamiento de variable a* (rojo-verde) en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento	44
Figura 32. Comportamiento de la variable b* (amarillo-azul) en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.	45
Figura 33. Medias obtenidas en sondeo sensorial de color de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.	46
Figura 34. Medias obtenidas en sondeo sensorial de olor de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.	47
Figura 35. Medias obtenidas en sondeo sensorial de firmeza al tacto de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.....	48
Figura 36. Medias obtenidas en sondeo de sabor de flores de loroco para tratamiento evaluado.	50
Figura 37. Medias obtenidas en el sondeo de la apariencia general de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.....	51

5. Índice de Anexos

	Página
A1:Formulario para registro de datos de respiración.	56
A2: Formulario de recolección de datos de medición con colorímetro digital.	56
A3: Pauta de evaluación para pruebas sensoriales.	57
A 4: Medias obtenidas en medición de atmósferas internas.....	58
A5: Datos obtenidos en medición de color con colorímetro digital en pétalos, pedúnculo y base de sépalos.	59
A6: Datos obtenidos en sondeo sensorial con 5 panelistas no entrenados en 4 días de medición.....	60
A7. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 3 días de almacenamiento.....	61
A8. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 3 días de almacenamiento.....	61
A9. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 6 días de almacenamiento.....	62
A10. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 6 días de almacenamiento.....	62
A11. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 9 días de almacenamiento.....	63
A12. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 9 días de almacenamiento.....	63
A13. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 13 días de almacenamiento.....	64

A 14. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 13 días de almacenamiento..... 64

Resumen

Este estudio evaluó la eficacia de tres tipos de empaques plásticos, Polietileno Biorientado (PEB), Polipropileno (PP) y Polietileno de Baja Densidad (PEBD) para prolongar la vida útil y mantener la calidad del loroco, una flor comestible perecible y apreciada en Centroamérica y Estados Unidos. La investigación abarcó un análisis teórico sobre el loroco, su cosecha y métodos de conservación, así como los materiales de almacenamiento más comunes. La metodología incluyó el montaje del ensayo, la preparación de los empaques y las variables evaluadas, que comprendieron la medición de la atmósfera interna, el color con un colorímetro digital y análisis sensoriales a través de pruebas hedónicas. Las unidades experimentales se mantuvieron a 5°C, y se realizaron mediciones a los 3, 6, 9 y 13 días de almacenamiento para determinar cuál empaque preservó mejor las características sensoriales aceptables para el consumo. El objetivo fue identificar el empaque más efectivo para preservar la frescura y calidad del loroco durante el almacenamiento, contribuyendo así a mejorar su conservación en el mercado.

Palabras clave: Loroco, Polietileno Biorientado, Polipropileno, Polietileno de Baja densidad, calidad, vida útil.

Abstract

This study evaluated the effectiveness of three types of plastic packaging—Bioriented Polyethylene (BOPP), Polypropylene (PP), and Low-Density Polyethylene (LDPE)—to prolong the shelf life and maintain the quality of loroco, a highly perishable edible flower valued in the cuisine of Central America and the United States. The research included a theoretical analysis of loroco, its harvest, and preservation methods, as well as the most common storage materials.

The methodology involved setting up the experiment, preparing the packaging, and evaluating variables, which included measuring the internal atmosphere, color using a digital colorimeter, and sensory analyses through hedonic tests. The experimental units were kept at 5°C, and measurements were taken at 3, 6, 9, and 13 days of storage to determine which packaging best preserved acceptable sensory characteristics for consumption. The objective was to identify the most effective packaging for preserving the freshness and quality of loroco during storage, thereby improving its conservation in the market. **Keywords:** Loroco, Bioriented Polyethylene, Polypropylene, Low-density Polyethylene, quality, shelf life.

I. Introducción

El loroco (*Fernaldia pandurata* W.) es una flor comestible muy valorada en Centroamérica y especialmente en El Salvador, donde se ha reportado como un cultivo étnico. Aunque también se encuentra en algunos estados del sur de México, es en El Salvador donde se consume desde sus orígenes. Esta flor es utilizada como uno de los principales condimentos en la cocina salvadoreña, destacando su presencia en sopas, pastas, pizzas y salsas para carnes. Además, es un ingrediente esencial en la preparación de las tradicionales pupusas. A pesar de su importancia gastronómica y su gran exportación, el loroco tiene una vida útil limitada debido a su rápida perecibilidad (CENTA 2018).

Se cultiva en climas secos con temperaturas entre los 20 y 32°C, las plantas tienen una vida útil de unos 7-8 años aproximadamente, las cuales pueden crecer hasta los 10 metros de altura. Su floración comienza a los 6 meses de germinada la planta y su mejor producción la obtiene en los meses de lluvia; sin embargo, puede ser productiva todo el año con un adecuado sistema de riego (CENTA 2018).

El loroco, con su gran importancia gastronómica para nuestro país y su estatus como un producto nostálgico de gran exportación, enfrenta el desafío de su vida útil limitada debido a su rápida perecibilidad. La postcosecha del loroco implica una serie de procesos que van desde la cosecha y selección hasta el almacenamiento y transporte del producto. Durante estos procesos, es crucial prestar atención a factores como la temperatura, la humedad relativa y la manipulación del producto para evitar su deterioro y asegurar su calidad.

Bajo este contexto, el propósito de esta investigación es evaluar tecnologías postcosecha basadas en atmósferas modificadas pasivas, con el objetivo de seleccionar un empaque plástico que mantenga las características de calidad durante el almacenamiento postcosecha del loroco para reducir pérdidas y garantizar su disponibilidad en el mercado durante todo el año, ofertando siempre un producto con la calidad para los consumidores.

II. Planteamiento del problema

El loroco es una flor comestible muy apreciada en la gastronomía de Centroamérica y Estados Unidos como producto nostálgico, por lo que es importante conservar su frescura y sabor para su almacenamiento y transporte. Sin embargo, debido a su alta perecibilidad, es necesario tomar medidas adecuadas para prolongar su vida útil y mantener su calidad durante el almacenamiento.

En América Central, las flores de loroco sin abrir se cortan de la planta y se almacenan en recipientes con buena ventilación durante 1 o 2 días en refrigeración. Es importante tener en cuenta que el loroco posee las características de consumo inmediatamente después de la cosecha, por lo que es necesario mantener su calidad y sabor durante el almacenamiento (Specialty Produce 2023).

La vida de almacenamiento del loroco puede verse afectada por varios factores, como la temperatura, la humedad relativa y las prácticas de manipulación. El almacenamiento inadecuado puede provocar daños físicos, pérdida de humedad y descomposición, lo que puede afectar la apariencia, la textura y el sabor del producto (FAO 1992).

La calidad en el loroco se deteriora a medida que pasan los días después de la cosecha, es necesario que el producto se almacene y empaque en condiciones óptimas para su comercialización, esta actividad representa un reto para los productores, ya que no cuentan con la tecnología o experiencia necesaria para aplicar el manejo postcosecha.

Por esta razón, es importante evaluar diferentes tipos de empaques plásticos que permitan prolongar la vida de anaquel y mantener la calidad del loroco. Actualmente, existen pocas investigaciones que aborden la evaluación de empaques para este producto, lo que dificulta la selección del empaque más adecuado para su almacenamiento y transporte.

Por lo tanto, el planteamiento del problema se enfocó en responder la siguiente interrogante:

¿Cuál de los empaques plásticos genera la modificación de atmósfera pasiva más efectiva para prolongar la vida de anaquel del loroco y mantener su calidad organoléptica?

III. Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar tres tipos de bolsas plásticas para atmósfera modificada pasiva en el almacenamiento de flor de loroco (*Fernaldia pandurata* W.)

3.2 Objetivos específicos

- Conocer el comportamiento de las características físicas del loroco en los diferentes empaques.
- Analizar la funcionalidad de las características de barrera de los diferentes materiales de empaque.
- Valorar cuál empaque conserva mejor las características sensoriales para su consumo.

IV. Estado del arte

Un primer trabajo corresponde a la Rovira *et al.* (2019) denominado “Empaques de atmósfera modificada para alimentos salvadoreños”. El proyecto tuvo como objetivo el diseño de empaques de atmósferas modificadas para 10 alimentos salvadoreños con el propósito de extender su vida útil.

La investigación evidenció que la flor de loroco posee una vida de anaquel muy corta de 3.69 días en promedio, debido a esta observación fue necesario diseñar un empaque de atmósfera modificada para lograr un periodo de vida útil más prolongado.

Por lo anterior, se evaluó el almacenamiento de flores de loroco en bolsas perforadas (bolsa con 20 perforaciones, bolsa con 4 perforaciones y bolsa sin perforaciones) almacenadas a 5°C durante 10 días. Se realizó un análisis sensorial para las flores de loroco en el que se solicitaba evaluar aspectos como textura, olor y humedad. El análisis finalizó cuando el promedio de calificación del alimento bajó a menos de 7.

Como resultado, 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 fue significativamente diferente en cuanto al porcentaje de O₂ y CO₂. Si se compara el empaque

perforado con el no perforado se encontró una mejoría significativa, puesto que se duplicó la vida de anaquel con ambos empaques perforados con respecto a un empaque tradicional.

Concluyendo así que las bolsas perforadas que generaban una atmósfera modificada pasiva facilitando el intercambio gaseoso con el ambiente, aumentó en un 100% la vida de anaquel de las flores de loroco comparándolo con un empaque tradicional sin perforaciones.

Un segundo trabajo de Villagrán Paiz y Pérez Monroy (2020) se denomina “Estudio de cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco, (*Fernaldia pandurata* W.) para conservar sus propiedades sensoriales.” En dicha investigación se evaluó un material de empaque de polietileno en Atmósfera Modificada (ATM) con Nitrógeno grado médico.

Este método se evaluó en primera instancia bajo una temperatura de almacenamiento controlada de 45°C para medir la vida de anaquel de las flores de loroco y así tener un parámetro de referencia. Posteriormente durante un mes se almacenaron otras unidades experimentales a temperatura ambiente (30-32°C), realizando análisis de pH y porcentaje de humedad cada cinco a siete días.

Los resultados de la vida de anaquel de la flor de loroco empacada en ATM almacenadas un día a una temperatura de 45°C equivalen a 3.01 días en temperatura ambiente, tomando la temperatura ambiente con un valor de 30°C a 32°C.

La investigación reveló que la vida útil de la flor de loroco empacada en ATM a una temperatura de 30°C tardó aproximadamente 13 días y a una temperatura de 45°C tardó en buenas condiciones aproximadamente tres días (equivalente a 9 días en temperatura ambiente).

El estudio también concluye en que la técnica de industrialización con empaque ATM presentó buena aceptación en cuanto a las propiedades organolépticas, olor, color, sabor y textura.

V. Revisión bibliográfica

5.1 Importancia del loroco en El Salvador

El cultivo de loroco es una respuesta para muchos agricultores locales a la emergente problemática de baja rentabilidad de cultivos convencionales. Muchos agricultores y exportadores conocen el potencial del cultivo ya sea en forma fresca o procesada y sus posibilidades tanto en el mercado interno como para el comercio exterior (Cabrera 2010).

La producción de loroco es un cultivo importante para El Salvador debido a que es altamente rentable, genera empleo, y diversifica la oferta agrícola exportable, por lo que se espera que productores y empresas comercializadoras se interesen en el desarrollo de este producto (Cabrera 2010).

5.2 Origen

La planta de loroco se ha reportado en varios países de Centro América y en algunos estados de México, pero la única parte donde se consume desde sus orígenes es en El Salvador. En el país se distribuye desde el nivel del mar hasta los 800msnm, especialmente en la zona central y occidental (Flores s.f.).

5.3 Características botánicas de la flor de loroco

La flor de loroco es la parte aprovechable en la alimentación humana, su consumo es variado, incluso en forma de té, el cual se obtiene al disecarse. La inflorescencia se da en racimos y cada uno de ellos posee de 10 a 32 flores dando un promedio de 25 por racimo. La corola en su interior tiene muchos vellos finos observables cuando la flor está fresca (CENTA 2018).

Un buen loroco tiene los botones entre blancos y verdes, y su tallo es verde intenso (figura 1). En general la consistencia debe ser crujiente y muy fragantes (Flores s.f.).

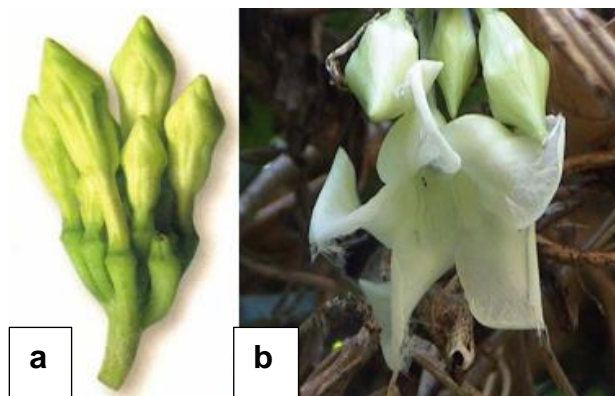


Figura 1. **a)** Racimo floral de loroco apto para cosecha, **b)** flores de loroco abiertas no apreciables para comercialización (López, 2005).

5.4 Preferencias de consumo

Se prefiere en fresco en el mercado local y externo, porque en este estado conserva sus características organolépticas. Debido a que es perecedero, los métodos de conservación más utilizados son la refrigeración y el congelamiento (figura 2). Otros métodos de conservación son: enlatado, en vinagre o en salmuera. La flor identifica el sabor salvadoreño del loroco, que es el principal atributo en el mercado nostálgico desarrollado en Estados Unidos. Para el mercado de la exportación, la mejor forma de transportar el loroco es en forma de botón congelado (Fernández 2013).



Figura 2. Loroco salvadoreño en condiciones de congelación listo para exportación.

5.5 Información nutricional

Las bondades nutricionales del loroco permiten su adición a la dieta alimenticia ya que contiene muchas vitaminas entre ellos vitamina A, B y C, así mismo se le atribuye un alto contenido en Hierro, Fósforo y Calcio (Cuadro 1). Esto se debe a que tiene un alto contenido de fibra que posee

propiedades espasmódicas, también actúa como un componente relajante para el cuerpo humano (Paiz & Monroy, 2020).

Cuadro 1. Contenido nutricional por cada 100 gr de loroco

Nombre		Loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> W.)
Agua	%	89.20
Energía	Kcal	32.00
Proteína	g	2.60
Grasa total	g	0.20
Carbohidratos	g	6.80
Ceniza	g	1.20
Ca	mg	58.00
P	mg	46.00
Fe	mg	1.10
Tiamina	mg	0.64
Riboflavina	mg	0.11
Vit. C	mg	2.30
Fracción comestible	%	0.90

Fuente: INCAP, 2012.

5.6 Cosecha y manejo postcosecha

La época en que la planta produce flores es de mayo a noviembre, aunque si existe riego produce flores durante 10 meses. Se puede colectar de 30 a 40 racimos por planta cada 3 días en su época de mayor floración (Flores s.f).

Índice de cosecha: El loroco es una flor altamente perecedera que se cosecha cuando ha alcanzado su máximo desarrollo (figura 3), esta se caracteriza porque el botón floral toma coloración verde claro o tiene una flor próxima a abrirse (Salazar 2013).



Figura 3. Inflorescencias de loroco en planta listas para cosecha.

Recolección: se hace cada 2 ó 3 días, debido a que el desarrollo de las flores en la planta es distinto para cada racimo floral, por lo que su cosecha se puede determinar por el tamaño del racimo. El proceso de recolección consiste en tomar el tallo de las inflorescencias entre la mano, colocar el dedo índice bajo la zona peduncular del racimo y ejercer presión con el dedo pulgar sobre el tallo del racimo hasta lograr cortarlo.

El recipiente para cosecha debe estar completamente limpio, y los cosechadores deben poner en práctica hábitos higiénicos. Se recomienda cosechar en horas frescas, protegiendo el producto del sol para evitar pérdida de humedad y calidad. Para esta labor se utilizan sacos de malla nylon o depósitos rígidos como canastos y jabas, protegidos interiormente con mantas o con hojas de musáceas para evitar daños físicos, como abrasiones que se traducirán en pérdidas de calidad por oxidación de las flores (CENTA 2017).

Selección y limpieza: La selección consiste en eliminar las flores abiertas, pues éstas se deterioran rápidamente, creando un exceso de humedad que provoca la descomposición del resto de flores. También se eliminan las flores dañadas por insectos, hojas y cualquier material extraño. Esta labor es bastante generalizada entre los productores con parcelas de mayor dimensión, ya que con esta práctica se logra mejor presentación, mayor tiempo de conservación y buenos precios (CENTA 2017).

Transporte: El loroco, por ser un producto de fácil deterioro, debe transportarse en condiciones de temperatura y humedad relativa controlada para evitar pérdida de peso y marchitez. En el país, estas condiciones no están al alcance para los pequeños productores, quienes utilizan transportes abiertos (Salazar 2013).

En este caso se recomienda proteger las flores con mantas u hojas de musáceas dentro de los canastos o jabas, no llenar en exceso los recipientes, evitar el estibamiento excesivo para que no existan daños por compactación en el producto y trasladarlo en horas frescas a su destino final (Salazar 2013).

Es importante considerar las distancias de los mercados del producto, para definir la hora de cosecha más conveniente. Algunos productores de zonas más distantes de los mercados cosechan en horas frescas de la tarde (4 p.m. en adelante) y transportan el producto en las primeras horas del día siguiente (CENTA 2017).

Este sistema tiene la ventaja de que la flor cosechada está expuesta al ambiente nocturno que tiene menor temperatura y mayor humedad relativa, condiciones que favorecen su conservación. Durante la noche el producto se almacena extendido sobre superficies planas y limpias, en capas de 8 a 10 cm de altura. Cuando el mercado está cerca debe cosecharse por la mañana a partir de las 5:00 am (CENTA 2017).

Métodos de conservación del Loroco: El loroco se prefiere fresco en el mercado local y externo, porque en este estado conserva sus características organolépticas. Debido a su perecibilidad los métodos de conservación más utilizados son: refrigeración y congelamiento.

Mediante refrigeración de uso doméstico, es posible conservar el loroco por un período de 8 días, en bolsas plásticas con capacidad de una libra, se coloca en estibas hasta de tres bolsas para evitar daño provocado por el peso (Salazar 2013).

5.7 Técnicas de conservación

5.7.1 Técnica de preservación por atmósferas modificadas (AM)

Es una técnica de conservación física, la cual no deja residuos químicos en los alimentos y está referida a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente al del aire atmosférico (Pérez 2020).

El envasado en AM consiste en empacar los productos en materiales que impidan parcialmente la difusión de gases y se modifique el ambiente gaseoso para reducir la tasa de respiración, reducir el crecimiento microbiano, y con esto retrasar el deterioro de los alimentos (Pérez 2020).

Modificación pasiva. La modificación de la atmósfera se lleva a cabo por efecto de la respiración del producto y la permeabilidad de la película plástica. El equilibrio se logra después de un tiempo, dependiendo de los requerimientos del producto y permeabilidad de la película plástica en función de la temperatura y humedad relativa del almacenamiento, ya que se necesita que sean iguales las intensidades de transmisión de O₂ y CO₂ del envase, y de respiración del producto. Una vez que se alcanza el equilibrio se pueden alcanzar concentraciones alrededor del producto de 2-5 % de O₂ y 3-8 % de CO₂. Dichas concentraciones permiten retrasar el proceso de maduración y deterioro, tales como degradación de clorofila, ablandamiento, oscurecimiento y disminución de daños por frío (Intagri 2017).

Modificación activa. Está referida a la incorporación de aditivos en la matriz del envase o dentro del envase para modificar la atmósfera dentro del mismo envase y con ello prolongar la vida poscosecha del producto. Se pueden emplear absorbedores de O₂, absorbedores y liberadores de CO₂, liberadores de etanol y absorbedores de etileno. Sus costos son más elevados que la modificación pasiva (Intagri 2017).

5.8 Polímeros utilizables y su función en el envasado en atmósfera modificada

5.8.1 Polietileno (PE)

El PE es el polímero más empleado. Se clasifica industrialmente por su densidad e impermeabilidad creciente al vapor de agua en alta, media, baja y ultrabaja. Entre sus características técnicas destacan la buena resistencia a la degradación química y al rasgado, aunque no a la rotura, y su elevada permeabilidad a los gases. Sin embargo, presenta inconvenientes como que solo puede sellarse con otro PE por la técnica de impulso, con baja presión y calor, y el riesgo de que se formen poros en el sellado si queda atrapado en la zona a sellar algún trozo del producto que se envasa (Artés 2006).

El PE de baja densidad, presenta una elevada selectividad, importante para bajar el nivel de O₂ sin que aumente en exceso el CO₂ en el envase. Se pueden utilizar en películas autoadhesibles para brócoli, coliflor, etc. La industria tiende a utilizar el PE lineal de baja y de ultrabaja densidad (sobre todo en vegetales mínimamente procesados en fresco) (Artés 2006).

5.8.2 Polipropileno (PP)

El PP es uno de los polímeros más extendido para el empaque en atmósfera modificada (EAM) y en alimentación en general. Sus características son bastante similares a las del Polietileno y se adapta muy bien al termosellado (cuadro 2). Se fabrica en modo no orientado y orientado (normal o biorientado). La orientación consiste en alinear la estructura molecular de la película por estiramiento durante la fabricación: si se produce en el sentido longitudinal se denomina orientado, y si lo hace además en sentido transversal es biorientado. La orientación proporciona rigidez y reduce la permeabilidad a los gases (Artés 2006).

5.8.3 Policloruro de vinilo (PVC)

Las películas de PVC tienen una moderada permeabilidad al vapor de agua, suelen ser blandas, claras y longevas y no se empañan. Algunas tienen elevada permeabilidad al CO₂ respecto al O₂, lo que las hace muy aptas para generar atmosferas modificadas (AM) pobres en CO₂ por la baja tolerancia a este gas del órgano vegetal a conservar, lo que le convirtió en el polímero base más empleado para el empaque en atmósfera modificada (EAM). Sin embargo, por sus características, el PVC no es muy utilizable en el EAM de productos Mínimamente Procesados en fresco (MPF). El PVC se ha utilizado mucho en el envasado directo estirable y autoadhesible de hortalizas (brócoli, coliflor, pepino, etc), o de productos dispuestos en bandejas de poliestireno (tomate, fruta de hueso y de pepita y otros), pero está en progresivo desuso. Sus graves inconvenientes son que no se recicla fácilmente y, por contener abundante cloro en su molécula, contribuye al descomponerse a destruir la capa de ozono (Artés 2006).

Cuadro 2. Características de permeabilidad a los gases de diferentes polímeros

Propiedad de barrera de las películas	Permeabilidad al gas (cc/m ² /atm,24hr) a 20°C,65%HR,t=25µm			Permeabilidad a la humedad (g/m ² /24hr) a 40°C,90%HR,t=25µm
	CO ₂	O ₂	N ₂	
PE (baja densidad)	18500	4000	1400	20
PE (alta densidad)	3000	600	220	10
PP (orientado)	3800	860	200	11
PP (Biorientado)	1680	550	100	6

Fuente: JICA, 2012

VI. Metodología

6.1 Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Planta de Procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en San Luis Talpa, departamento de La Paz, a una altura de 50 MSNM con coordenadas geográficas 13°28'3'' Latitud Norte, 89°05'8'' Longitud Oeste (figura 4), la temperatura ambiente ronda los 25°C y 35°C y la humedad relativa se encuentra en un rango de 91% y 93%



Figura 4. Ubicación de la Estación Experimental y de Prácticas, UES (Google Maps, 2023)

6.2 Fase de campo

La fase de campo consistió en la recolección del material experimental proveniente de plantaciones de loroco establecidas en el cantón El Achiotal, luego el material experimental se trasladó a la planta de procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, donde se recibió para ser caracterizada y seleccionada para descartar flores dañadas y material vegetal ajeno al producto de loroco, posteriormente se realizó un lavado y desinfectado para eliminar patógenos presentes que podrían interferir en el experimento, luego se dejó secar para eliminar excesos de humedad.

6.2.1 materiales y equipos de campo

- Saco de polipropileno, capacidad 100 lb.
- Bolsas de Polietileno Biorientado
- Bolsas de Polipropileno

- Bolsas de Polietileno de Baja Densidad

6.2.2 Materiales y equipo de oficina

- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Marcador permanente
- Tijeras
- Computadora
- Cámara celular

6.2.3 Materiales y equipo de laboratorio

- Gabacha blanca
- Hipoclorito de Sodio (NaClO)
- Agua potable
- Mesa de acero inoxidable
- Tina de acero inoxidable capacidad 100 lt
- Refrigeradora
- Termostato
- Bandas adhesivas
- Medidor de gases
- Colorímetro digital
- Alcohol
- Papel absorbente
- Balanza semi-analítica
- Beaker de 500 ml

6.3 Preparación de empaques

Esta fase consistió en adecuar todas las bolsas a utilizar en el experimento a dimensiones similares para facilitar cálculos de atmósfera interna con el equipo medidor de gases y también reducir el tamaño de las bolsas para aprovechar de mejor manera el espacio dentro de la refrigeradora donde se realizó el almacenamiento. Para esta acción fue necesario aforar las bolsas con 1200 ml de agua, colocar una marca en la bolsa 1 cm arriba del nivel de agua y posteriormente cortar las bolsas en la medida correspondiente. Esta acción se realizó con los tres tipos de bolsa en estudio.

6.4 Medición de parámetros iniciales

Esta etapa consistió en la medición de los parámetros iniciales de producción de CO₂ de las flores de loroco frescas y la medición de color en pétalos, pedúnculo y base de sépalos, con la finalidad establecer los métodos de medición de cada parámetro, obtener datos de referencia y garantizar el correcto funcionamiento de los equipos en las mediciones a lo largo del experimento.

6.5 Montaje del ensayo

Esta fase engloba los procesos de pesado, empaque, identificación de tratamientos, sellado y almacenamiento de las unidades experimentales. A continuación, en el cuadro 3 se describe la asignación de tratamientos y las variables en estudio.

Cuadro 3. Identificación de tratamientos y variables en estudio


Tratamiento	Material	Variables de entrada (Independientes)	Variables de salida (Dependientes)
T1	Polietileno Biorientado (PEB)	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de empaque.• Condiciones de almacenamiento.• Tiempo de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Atmosfera interna en empaques.• Características sensoriales del loroco.• Apariencia general del loroco.
T2	Polipropileno (PP)		
T3	Polietileno de Baja Densidad (PEBD)		

Fuente: Elaboración propia, 2024

6.6 Mediciones de parámetros

Los parámetros en estudio fueron los siguientes: Medición de atmósfera interna para determinar la capacidad respiratoria de las flores de loroco en cada tratamiento, la medición de color en pétalos, pedúnculo y base de sépalos para analizar los cambios de color durante el tiempo de almacenamiento y un sondeo organoléptico para evaluar las características sensoriales de las flores de loroco a lo largo del experimento. Los métodos y equipo de medición utilizado se muestran en el cuadro 4 La medición de parámetros se realizó a los 3, 6, 9 y 13 días en almacenamiento, las unidades experimentales utilizadas por cada día de medición fueron descartadas ya que el empaque sufría daños que podían afectar mediciones posteriores.

Cuadro 4. Descripción de métodos y equipo utilizado en la medición de parámetros.

Parámetro	Método	Equipo	Descripción
Atmósfera interna de empaques (%O ₂ y %CO ₂)	Cámara cerrada		Equipo medidor de gases marca Dansensor CheckPoint3
Color en pétalos, pedúnculo y base de sépalos	Agrupación de pétalos y agrupación de pedúnculos		Colorímetro digital marca Konika Minolta
Sondeo organoléptico	Cata sensorial bajo una escala lineal no estructurada		Cabina de evaluación sensorial

Fuente: Elaboración propia, 2024

6.7 Sondeo organoléptico

Consistió en proporcionar a 5 panelistas no entrenados una muestra de loroco extraída de cada uno de los tratamientos evaluados, de modo que ellos degustaran las muestras y percibieran las características de color, olor, sabor, firmeza al tacto y apariencia general. Además, se les proporcionaba una galleta simple y un vaso con agua para que removieran el sabor de su paladar después de probar cada muestra y una pauta de evaluación con una escala lineal no estructurada en la cual colocaban una marca dependiendo de la intensidad con la que percibían cada parámetro.

6.8 Metodología estadística

Para evaluar el efecto de los tres tipos de empaque para prolongar la vida de anaquel en loroco se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) bajo un arreglo de 3x4 (3 tratamientos y 4 repeticiones de cada uno) (Cuadro 5).

Cada día de medición se utilizó una unidad experimental para la evaluación sensorial y 3 unidades experimentales para la medición de tasa de respiración y color (con colorímetro). Por lo que en total se requirió de 48 unidades experimentales para la recolección de datos en el ensayo, como se detalla a continuación:

Cuadro 5. Cálculo de unidades experimentales (UE) utilizadas durante el estudio

Diseño Completamente al Azar (DCA)					
Tratamientos	Unidades	UE para evaluación sensorial	UE para medición de tasa de respiración y color	Días de medición	Total de unidades experimentales
T1: Bolsa de Polietileno Biorientado.	4	1	3	4	16
T2: Bolsa de Polipropileno	4	1	3	4	16
T3: Bolsa de Polietileno baja densidad.	4	1	3	4	16
Total					48

Fuente: Elaboración propia, 2023.

VII. Desarrollo de metodología

Colecta de muestras: Las muestras se tomaron de plantaciones de productores de loroco ubicados en el Cantón El Achiotal, municipio de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz.

Características de flores que se colectaron: Se seleccionaron plantas de loroco sanas, libres de daños por plagas, escogiendo las inflorescencias con un nivel de madurez medio, es decir, que no hubieran abierto ningún botón floral, con una coloración de verde; evitando flores blancas y abiertas. El número de flores por racimo varió entre 5 a 8 flores, sin ningún tipo de daño mecánico, la hora de corte se realizó en horas frescas, en un horario entre las 5:00 am y 9:00 am para evitar la deshidratación del loroco por acción del sol.

El método de corte de las inflorescencias se realizó dejando un fragmento de pedúnculo en el racimo menor a 1 cm, para ello los cortadores tomaban los racimos entre su mano y ejerciendo presión sobre el tallo de la inflorescencia con su dedo índice y dedo pulgar cortaban el racimo sin dañar los botones, las flores se colocaron en un saco de polipropileno (medidas 60x90 cm) para evitar la contaminación de las muestras. Se cortaron 15 lb (6.7 kg) de flor de loroco en total como materia prima.

Posteriormente, las muestras se movilizaron en un vehículo hacia la Planta de Procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas en horas frescas (7:00 am – 8:00 am).

7.1 Caracterización de materia prima inicial

Recepción de muestras proveniente del campo: La materia prima se recibió en la Planta de Procesamiento tal como se colectó en el campo, es decir, en el saco de polipropileno en que se almacenó para su transporte.

El saco se colocó sobre una mesa y se dejó reposar para ambientarse, luego se extrajo del saco y se esparció sobre una mesa perforada de acero inoxidable para disipar el calor de campo que estuviese presente.

Selección: Las flores de loroco seleccionadas para el ensayo presentaban una apariencia general fresca y coloración característica (figura 5). En el proceso de selección se retiraron restos vegetales, algunas flores abiertas y hojas provenientes del proceso de cosecha.



Figura 5. **a)** Loroco fresco tal como se recibió, **b)** Impurezas eliminadas producto de la selección del loroco, **c)** Loroco fresco seleccionado.

Lavado y sanitizado: En una tina de acero inoxidable se preparó una solución desinfectante a 50 ppm con hipoclorito de sodio (NaClO) (50 lt de agua y 62.5 ml NaClO) (figura 6). Posteriormente, se colocó el loroco en la solución desinfectante, se dejó en reposo por 3 minutos, luego se agitó para garantizar un sanitizado completo y se dejó reposar 2 minutos más.



Figura 6. **a)** Colocación de loroco en tina para desinfección, **b)** Tina con loroco en remojo, **c)** Agitación y enjuague de loroco.

Enjuague: Terminado el tiempo de sanitizado, el loroco se pasó por agua para generar un enjuague y remover el exceso de hipoclorito de sodio en la superficie de las flores.

Secado: Posterior al enjuague, se colocó papel absorbente sobre la superficie de una mesa de acero inoxidable, seguidamente se dispersó el material vegetal sobre el área para drenar el exceso de agua y lograr un secado completo (figura 7), para acelerar el proceso se colocó un ventilador a un costado de la mesa para un mayor flujo de aire.



Figura 7. Proceso de secado del loroco.

7.2 Adecuación de empaques

Aforado: Era recomendable que cada empaque contara con medidas similares en lo posible y también compartieran la misma capacidad para facilitar cálculos posteriores, para ello fue necesario aforar cada bolsa con un volumen de 1200 ml de agua y de esta manera calcular el tamaño y proporciones que debían compartir los diferentes empaques.

Una vez la bolsa contenía un volumen de 1200 ml de agua, se colocó una señal (con un marcador) para conocer el punto en que se debía cortar cada bolsa (figura 8). El procedimiento se realizó con una bolsa de cada tipo de empaque, los cuales se identificaron de la siguiente manera: Bolsa de Polietileno de alta densidad o Biorientado (PEB), Bolsa de Polipropileno (PP), Bolsa de Polietileno de Baja Densidad o Comercial (PEC).

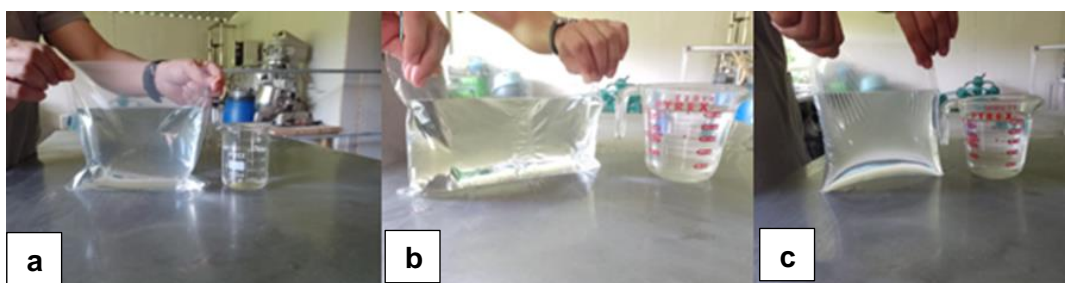


Figura 8. Aforo de bolsas con 1200 ml de agua para garantizar que cada empaque cuente con el mismo volumen, a) bolsa PEB, b) bolsa PP, c) bolsa PEC.

Estandarización de dimensiones de bolsas: Marcadas la bolsa guía, se procedió a cortar las demás bolsas de acuerdo con la medida señalizada (figura 9). En total se obtuvieron 16 bolsas de Polietileno Biorientado, 16 bolsas de Polipropileno y 16 bolsas de Polietileno de Baja Densidad (bolsa comercial). Para esta actividad se utilizaron cuchillas afiladas para obtener un corte limpio sin dañar los empaques.



Figura 9. Corte de bolsas con dimensiones similares.

7.3 Parámetros iniciales

Medición de producción de CO₂: Se extrajo una muestra de 100 gr de materia prima y se colocó en un recipiente de vidrio (capacidad de 1 lt) con tapa hermética, dicha tapa fue modificada con la colocación de un tapón de goma perforable.

La medición se realizó con un equipo medidor de gases marca Dansensor modelo CheckPoint3 bajo método de cámara cerrada (figura 10), el cual permite conocer las variaciones en la producción de gases (O₂ y CO₂) durante el proceso de respiración del producto colocado en un recipiente hermético.

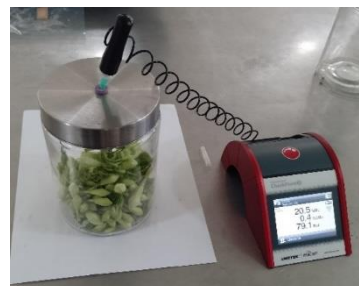


Figura 10. Equipo medidor de gases bajo método de cámara cerrada.

El aparato medidor de gases se configuró de acuerdo con las especificaciones del fabricante, luego se introdujo el sensor en forma de aguja a través del tapón de goma ubicado en la tapa del frasco y se mantuvo un momento hasta que realizó la lectura correspondiente y mostró los datos de %CO₂ y %O₂ en la pantalla digital. Los datos recolectados se registraron en el formulario para registro de datos de respiración (anexo A1).

Medición de color inicial: Para medir el color de las muestras de loroco se utilizó un colorímetro digital Konica Minolta modelo Chroma Meter CR-410 (figura 11), para ello se pesó una muestra de 100 gr de materia prima, cada muestra se colocó sobre una página de color blanco y se ordenó en forma circular.



Figura 11. Colorímetro digital utilizado para medir el color de cada unidad experimental.

Se realizaron dos tipos de mediciones, la primera consistió en medir el color de los pétalos de las inflorescencias y la segunda en medir el color de pedúnculo y base de sépalos, para cada medición las inflorescencias se agruparon de forma circular para cubrir el espacio abarcado por el lente del colorímetro.

El colorímetro se configuró de acuerdo con las especificaciones del fabricante para evitar errores en la lectura. Posteriormente se procedió a tomar la medición de la muestra colocando el lente del equipo abarcando la zona circular donde se unen los pétalos, los pedúnculos y base sépalos de los racimos (figura 12), procurando que no quede ningún espacio libre que pueda afectar la medición.

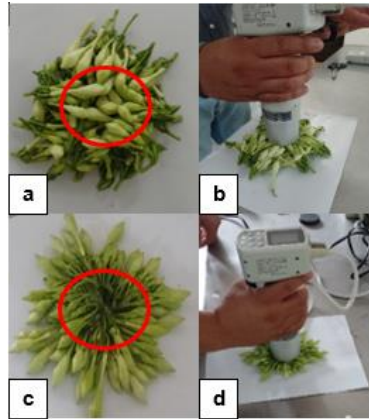


Figura 12. **a)** Agrupación de inflorescencias para medir color de pétalos; **b)** Medición de color de pétalos con colorímetro; **c)** Agrupación de inflorescencias para medir color de pedúnculo y base de sépalos; **d)** Medición de color de pedúnculo y base de sépalos con colorímetro digital.

Los valores de medición de la muestra inicial proporcionados por el colorímetro incluyen valores Lab* o valores XYZ, estos datos se muestran en el formulario para recolección de datos con colorímetro digital (anexo A2) y se tomaron como valores de referencia para análisis y comparación del resto de muestras durante la investigación.

7.4 Desarrollo de montaje del ensayo

Preparación de los empaques: Se prepararon los tres tipos de empaques plásticos a evaluar, asegurándose de que estén en buen estado (figura 13). Es decir, que no presentaran roturas o algún tipo de contaminante que afecte el experimento.

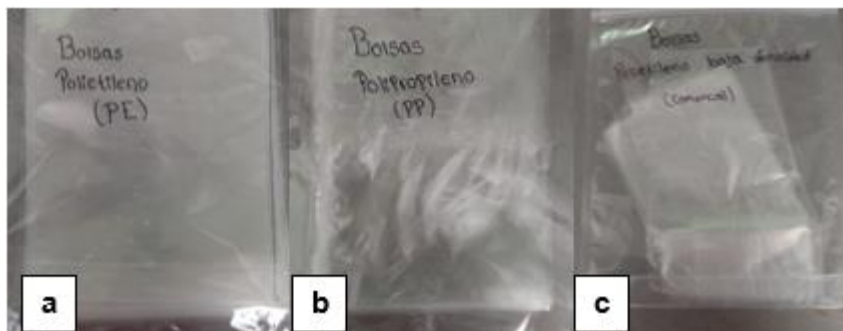


Figura 13. **a)** Empaque Polietileno Biorientado; **b)** Empaque Polipropileno; **c)** Empaque Polietileno comercial

Determinación de peso: Se utilizó una balanza semi analítica para pesar la cantidad de loroco que contendría cada empaque, para ello también se utilizaron recipientes limpios y desinfectados para colocar las muestras de producto pesado (figura 14). En total se pesaron 4.8 kg (10.57 lb) de loroco, repartidos en 100 gr por cada una de las 48 unidades experimentales.



Figura 14. Unidades experimentales compuestas por 100 gr de flor de loroco listas para ser empacadas.

Asignación de los tratamientos: Se asignaron aleatoriamente los tres tipos de empaques plásticos a las unidades experimentales (por unidad experimental se entiende la cantidad de loroco que contuvo cada empaque plástico evaluado) (figura 15), cada empaque contuvo una cantidad de 100 gr de loroco.



Figura 15. Asignación e identificación de tratamientos, **a)** T1: Polietileno Biorientado (PEB), **b)** T2: Polipropileno (PP), **c)** T3: Polietileno Baja Densidad (PEBD).

Empacado: Una vez se determinó el peso de los 100 gr de cada muestra de loroco, se procedió a empacar según el tratamiento asignado.

Las muestras de loroco se colocaron en las bolsas de empaque, sin adicionar ningún tipo de gas externo, posteriormente se utilizó una máquina selladora eléctrica para garantizar un sellado adecuado de cada bolsa (figura 16). Con esto se pretendió generar una atmósfera modificada pasiva dentro de cada empaque con una atmósfera inicial de aire de concentraciones: 21% O₂ y 0% CO₂.



Figura 16. Proceso de empaque de loroco.

Sellado: Se utilizó una máquina selladora eléctrica modelo FoodSaver para sellar adecuadamente cada bolsa (figura 17), evitando así fugas de aire que podrían afectar las mediciones de concentración de gases.



Figura 17. Sellado de bolsas con loroco.

Almacenamiento: Las unidades experimentales se almacenaron en una refrigeradora convencional marca Samsung recomendada por mantener estable la temperatura interna, la temperatura de almacenamiento se mantuvo en 5°C por un periodo de 13 días. Se colocó una etiqueta a un costado de la pared interna para diferenciar cada tratamiento (figura 18).

De igual manera se colocó un termostato en la parte interior del refrigerador para tener un control de temperatura interna de almacenamiento.



Figura 18. Refrigeradora utilizada para almacenar unidades experimentales (Izq.) vista externa del equipo, (Der.) vista interna del refrigerador y ubicación del termostato para control de temperatura.

Monitoreo y mediciones: Las variables a evaluar fueron, atmósfera interna del empaque, color de pétalos, color de pedúnculo y base de sépalos (con colorímetro) y los atributos sensoriales (mediante una prueba hedónica): color, olor, sabor, firmeza al tacto y apariencia general. La toma de datos se realizó en el día 0 (montaje), 6, 9 y 13 durante el almacenamiento.

7.5 Medición de parámetros

7.5.1 Medición atmósfera interna del empaque

Se realizó con un equipo medidor de gases marca Dansensor modelo CheckPoint3 (bajo método de cámara cerrada), el cual permite conocer las variaciones en la producción de gases (O_2 y CO_2) durante el proceso de respiración del producto colocado en un recipiente o empaque herméticamente cerrado.

Medición de $\%O_2$ y $\%CO_2$ dentro de empaque: Cada unidad experimental se extrajo de la refrigeradora, a cada empaque se le colocó un vendaje adhesivo en la parte central donde se introduciría el sensor (en forma de aguja) del equipo medidor de gases (figura 19) con la finalidad de no rasgar el empaque.



Figura 19. Venda adhesiva colocada a los empaques plásticos para introducir el sensor del equipo medidor de gases.

Se mantuvo el sensor adentro por unos segundos hasta que aparecían los datos de la lectura en la pantalla del equipo (figura 20). Los datos recolectados se registraron en el formulario para registro de datos de respiración (anexo A9).



Figura 20. Medición de %O₂ y %CO₂ dentro de empaque.

Las unidades experimentales que iban siendo perforadas pasaron al proceso de medición de color, en el cual el empaque debía cortarse de la parte superior para extraer el contenido de loroco.

7.5.2 Medición de color

Después de terminar de medir la concentración de gases en cada empaque, se extrajo el material contenido de cada uno, en una mesa se colocó una página de papel blanca y sobre esta se acomodó el loroco en forma circular (tal como se describe en el apartado 6.5 Medición de parámetros iniciales: medición de color inicial) (figura 21).

Para la medición de color de pétalos se colocó el lente del colorímetro abarcando la zona circular donde se unen los pétalos en un mismo eje, de igual manera para medir el color de los pedúnculos y la base de sépalos de cada racimo floral, procurando que no quedara ningún espacio libre que pudiera afectar la medición.

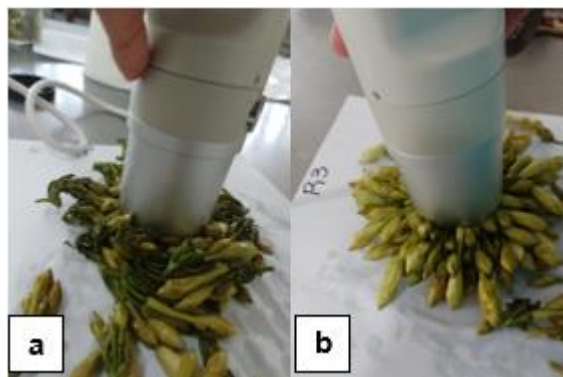


Figura 21. **a)** medición de color de pétalos; **b)** medición de color de pedúnculo y base de sépalos. Los valores de cada muestra proporcionados por el colorímetro se registraron en el formulario de recolección de datos de medición con colorímetro digital (anexo A10). Estos incluyen valores Lab* o valores XYZ que se discuten en el apartado de análisis de resultados.

7.5.3 Sondeo sensorial de muestras

Para evaluar la pérdida de propiedades organolépticas (color, olor, sabor, firmeza al tacto y apariencia general) se presentó a los panelistas una prueba hedónica que incluye las características a evaluar, se les pidió que califiquen cada muestra en una escala gráfica lineal no estructurada, la cual consiste en una recta horizontal de dimensiones conocidas con anclajes verbales en los extremos para definir el mínimo y el máximo. El panelista hace una marca vertical en el punto que representa su valoración (anexo A3).

Preparación de las muestras: Se prepararon las muestras de loroco de acuerdo con cada tratamiento (figura 22)., a cada muestra se le asignó un código y se sirvió a cada panelista acompañada de un vaso con agua pura, un lapicero, una galleta simple (para remover el sabor de cada muestra), una servilleta y la respectiva pauta de evaluación.



Figura 22. Preparación de muestras para degustación sensorial.

Sondeo sensorial: Se realizó con 5 panelistas no entrenados, esta actividad se desarrolló en una cabina especial para degustación de muestras, en cada ventanilla se colocó por cada muestra de loroco una pauta de evaluación, un vaso con agua y un trozo de galleta simple (figura 23). Cada catador evaluó 3 muestras de loroco, separando la evaluación por cada tratamiento.



Figura 23. Colocación de muestras para degustación en cabina de pruebas sensoriales.

7.6 Análisis estadístico

Haciendo uso del programa estadístico Infostat se realizó un análisis de los datos para determinar si hay diferencias significativas entre las variables evaluadas en cada uno de los tratamientos en estudio, todo ordenado bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA).

Para ello fue necesario trabajar con las medias en las mediciones de cada variable, por lo que para facilitar este análisis se utilizó el programa informático Excel, de tal manera que se obtuvieran valores ordenados reduciendo el riesgo de error en los cálculos y manejo de datos.

El análisis estadístico bajo este diseño consistió en un análisis de varianza (ANOVA) que descompone la varianza total en la varianza de tratamientos, se utilizó un nivel de significancia del 95% (0.05) para determinar si hay diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de comparación de medias (Prueba de Tukey) para identificar los tratamientos que estén produciendo los mejores efectos. Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados en las diferentes mediciones se utilizó el programa estadístico INOFSTAT.

VIII. Análisis y discusión de resultados.

8.1 Resultado de atmósferas internas generadas en empaques

En este apartado se muestra una recopilación de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, las medias de los datos recolectados pueden revisarse en el apartado de anexos: medición de atmósferas internas (anexo 4), medición de color (anexo 5) y sondeo sensorial (anexo 6). Se realizó un análisis estadístico de acuerdo con cada medición para determinar el efecto de cada uno de los empaques plásticos evaluados durante un periodo de 13 días de almacenamiento a 5°C.

Atmósfera interna en empaque de PEB

A continuación, se presenta el comportamiento de la atmósfera dentro del empaque de Polietileno Biorientado durante el periodo de almacenamiento (figura 24), se observa que la atmosfera inicial al día cero (recién empacado el producto) fue de 21% O₂ y 0.0% CO₂, valores presentes en una atmósfera natural.

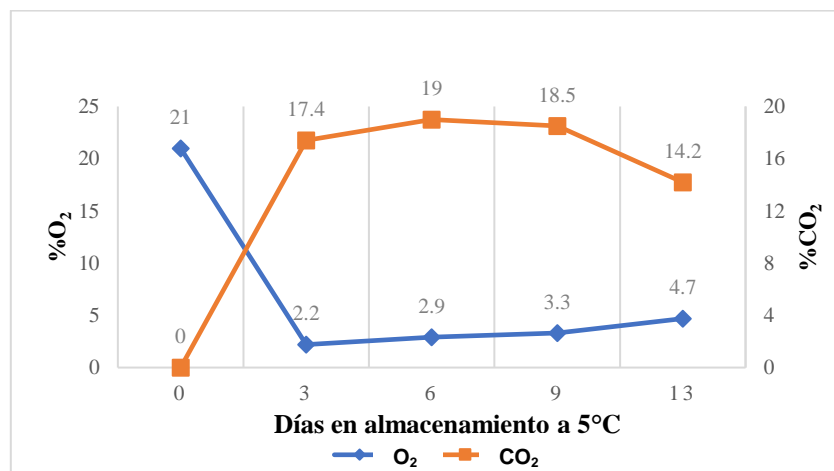


Figura 24. Comportamiento de la atmósfera interna en el empaque de Polietileno biorientado a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.

Discusión: En el caso del CO₂ se evidenció una tendencia al alza desde el día 3 hasta el día 6, debido a que la respiración de las flores se efectúa con mayor intensidad, sin embargo, a partir del día 9 la concentración comienza a disminuir, ya que la actividad respiratoria se redujo a medida maduraron las flores de loroco y los residuos de CO₂ se difundieron a través del empaque hacia el ambiente.

Por otra parte, la concentración de O_2 disminuyó considerablemente una vez cerrado el empaque, pero comenzó a incrementar levemente desde el día 6 y mantuvo su aumento hasta el día 13 de almacenamiento. Este comportamiento se debió al proceso respiratorio efectuado por las flores de loroco, durante los primeros días se generó cierto estrés que ocasionó una respiración intensa que redujo rápidamente los niveles de O_2 , poco a poco la senescencia de las flores ocasionó que el O_2 ya no fuera aprovechado permitiendo su acumulación dentro del empaque.

Según The Food Tech (2020), el empaque de Polietileno Biorientado posee baja pero no completa permeabilidad a los gases, favoreciendo la difusión de CO_2 al ambiente debido a su densidad, a diferencia del O_2 cuya difusión al ambiente es más lenta. Las propiedades de barrera de la bolsa permiten la entrada de O_2 en pequeñas cantidades que al no ser procesadas por la respiración de las flores aumenta la concentración de O_2 dentro del empaque, hasta llegar al punto en que el CO_2 disminuye considerablemente por la difusión al ambiente (día 13) y el O_2 aumenta debido a que las flores han perdido en gran medida la capacidad de efectuar el proceso respiratorio cuando han llegado a la etapa de senescencia o muerte celular.

Atmósfera interna en empaque de PP

A continuación, se muestra el comportamiento de la atmósfera dentro del empaque de Polipropileno durante el periodo de almacenamiento (figura 25), se observa que la atmósfera inicial al día cero (recién empacado el producto) fue de 21% O_2 y 0.0% CO_2 , valores presentes en una atmósfera natural.

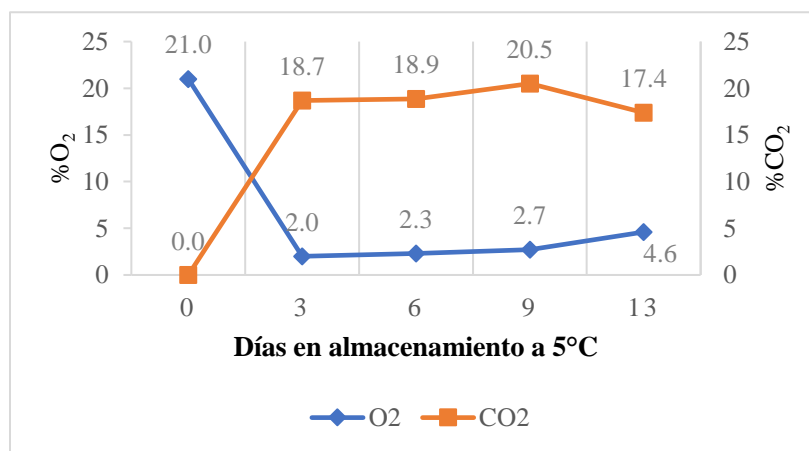


Figura 25. Comportamiento de la atmósfera interna en el empaque de Polipropileno a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.

Discusión: En el caso de la concentración de CO₂ se evidenció un aumento intenso una vez cerrado el empaque, desde el día 0 al día 3, esto debido a que la flor de loroco sufrió estrés, ocasionando que el proceso respiratorio sea acelerado, por lo tanto, la producción de CO₂ también aumentó considerablemente. A partir del día 3 al día 9 la tendencia al alza se mantuvo, sin embargo, al día 13 la producción de CO₂ disminuyó, esto debido a que la respiración se ralentizó ya que las células de las flores perdieron la capacidad de seguir respirando, y los residuos de CO₂ comenzaron a difundirse a través del empaque.

En cuanto a la concentración de O₂, se evidenció una disminución considerable una vez cerrado el empaque, sin embargo, comenzó a incrementar levemente desde el día 6 y mantuvo su aumento hasta el día 13 de almacenamiento. Este resultado se debe al proceso respiratorio efectuado por las flores de loroco, ya que, durante los primeros días se generó cierto estrés que ocasionó una respiración intensa, por lo tanto, redujo rápidamente los niveles de O₂ interno, una vez las flores perdieron la capacidad de respirar adecuadamente, el O₂ comenzó a acumularse dentro del empaque.

El comportamiento de ambos gases dentro del empaque dependió del proceso respiratorio de las flores y la permeabilidad de la bolsa de empaque. Según Poly Jute (2023), el empaque de Polipropileno al igual que la bolsa de Polietileno biorientado posee una baja permeabilidad a los gases, por esta razón, el CO₂ al ser más denso que el O₂ se difunde con mayor facilidad a través de la película plástica. Al llegar al día 13 de almacenamiento se evidencia que el O₂ aumentó y el CO₂ disminuyó, lo que indica en esa etapa las flores de loroco habían perdido en gran medida la capacidad de efectuar el proceso de respiración llegando a una etapa de senescencia.

Atmósfera interna en empaque de PEBD

El comportamiento de la atmósfera dentro del empaque de Polietileno baja densidad a los diferentes días de almacenamiento se presenta a continuación (figura 26), se observa que la atmósfera inicial al día cero (recién empacado el producto) fue de 21% O₂ y 0.0% CO₂, valores presentes en nuestra atmósfera natural.

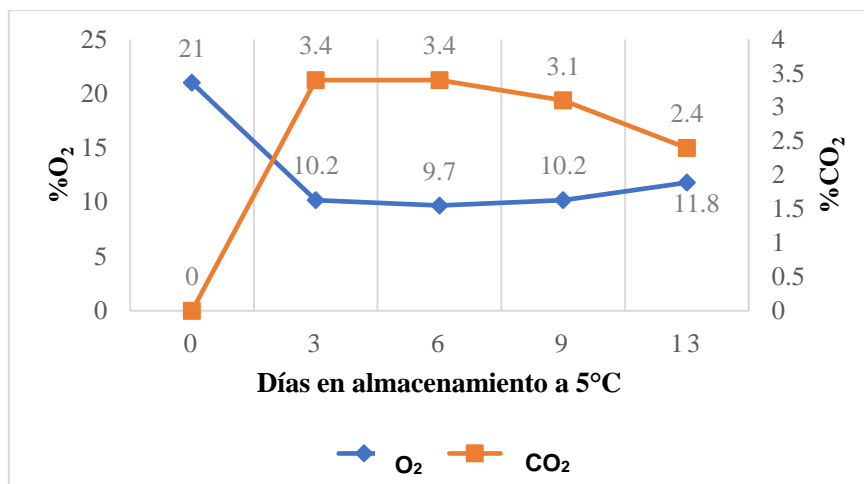


Figura 26. Comportamiento de atmósfera interna en el empaque de Polietileno de baja densidad a una temperatura de 5°C durante los 13 días de almacenamiento.

Discusión: En el caso de la concentración de CO₂, se observó un aumento del día 0 al día 3, ocasionado por el proceso de respiración de las flores, la concentración se mantuvo similar hasta el día 6, sin embargo, al día 9 esta concentración comenzó a disminuir alcanzando el nivel más bajo al día 13 de almacenamiento, indicando que el proceso de respiración se había reducido considerablemente debido a la muerte celular de las flores de loroco.

Por otra parte, la concentración de O₂ bajó del 21% presente en el día 0 recién sellado el empaque a un 10.2% en el día 3, lo que indica que las flores de loroco comenzaron a consumir el O₂ interno de manera intensa, al día 6 el O₂ interno presentó una disminución poco considerable alcanzando un 9.7%, sin embargo, al día 9 esta concentración comenzó a aumentar levemente, alcanzando la mayor concentración al día 13 de almacenamiento con 11.8%, dicho comportamiento fue el indicador de que las flores habían llegado a la etapa de senescencia, y el O₂ que ingresaba a la bolsa ya no podía ser procesado y por lo tanto, comenzó a acumularse.

Este comportamiento de los gases se debió al proceso respiratorio efectuado por las flores de loroco y la permeabilidad del empaque. Según la Universidad de Barcelona (2024), la película de PEBD posee macromoléculas muy ramificadas en su estructura. Este hecho provoca que haya una mayor distancia entre las macromoléculas, haciendo que el plástico tenga menos densidad y resistencia, por lo tanto, el CO₂ se difunde con mayor facilidad a través de la película plástica, por lo que al reducir el proceso de respiración la concentración de este gas disminuye rápidamente, mientras que la concentración de O₂ aumenta levemente ya que este gas se acumula al no ser procesado por la

respiración de las flores cuando han llegado a la etapa de senescencia. El empaque de Polietileno baja densidad posee menores propiedades de barrera para los gases, por lo que favorece una mayor difusión de estos hacia la atmosfera externa. Por esta razón, las concentraciones de O₂ y CO₂ son más bajas en comparación con las evidenciadas en el empaque de Polietileno biorientado y Polipropileno.

8.2 Resultados de medición de color con colorímetro digital.

7.2.1 Medición de color en pétalos

El cuadro 6 muestra un resumen de los P-valor de las mediciones de color de pétalos en las flores de loroco, recolectados con el colorímetro digital que muestra resultados basándose del espacio CIELAB. Los datos mostrados son un promedio resultado de tres mediciones por corrida o día de medición, analizados bajo un nivel de significancia de 0.05 apoyándose del programa estadístico INFOSTAT y la aplicación de la prueba de comparación de medias de TUKEY. Los recuadros marcados en amarillo representan valores que han mostrado una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos estudiados.

Cuadro 6. Resultados de significancia estadística para color de pétalos.

Cuadro de significancia de color para pétalos			
Día 3 de almacenamiento			
P-valor L*	0.2196	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.4097	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.2286	Resultado	No significativo
Día 6 de almacenamiento			
P-valor L*	0.155	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.5764	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.8344	Resultado	No significativo
Día 9 de almacenamiento			
P-valor L*	0.2911	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.0441	Resultado	SIGNIFICATIVO
P-valor b*	0.1248	Resultado	No significativo
Día 13 de almacenamiento			
P-valor L*	0.7653	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.5124	Resultado	No significativo

P-valor b*	0.2102	Resultado	No significativo
P-valor > 0.05 indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.			

Fuente: elaboración propia, 2023.

Análisis: Los resultados muestran que, durante las cuatro mediciones realizadas en los 13 días de almacenamiento de las flores de loroco, en los tres tipos de empaque evaluados solamente presentaron una diferencia estadísticamente significativa en el día nueve con relación al color verde representado en el espacio CIELAB por a* (rojo – verde) (figura 28) el cual se podría deber a un efecto acumulativo de estrés en las flores que se manifestó claramente en el día 9, mientras que en días posteriores el deterioro pudo ser más gradual y menos detectable. Por otro lado, la luminosidad del color de los pétalos no presentó diferencias significativas en ninguno de los empaques (figura 27), al igual que el color amarillo representado en el espacio CIELAB por b* (Amarillo –azul) (figura 29). De tal manera que se asume que los tres empaques presentaron un efecto similar en la preservación del color en los pétalos de las flores de loroco durante los 13 días de almacenamiento.

Luminosidad en pétalos

El comportamiento de la variable luminosidad en los pétalos de las flores de loroco presentó un comportamiento similar, evidenciando una tendencia al alza en cuanto a sus valores (figura 27), indicando que a medida pasó el tiempo de almacenamiento la claridad en los tejidos vegetales aumentó debido a la madurez organoléptica que desarrollaron las flores. Los tres tipos de plástico pueden tener propiedades térmicas similares que contribuyen a mantener una temperatura estable dentro del empaque.

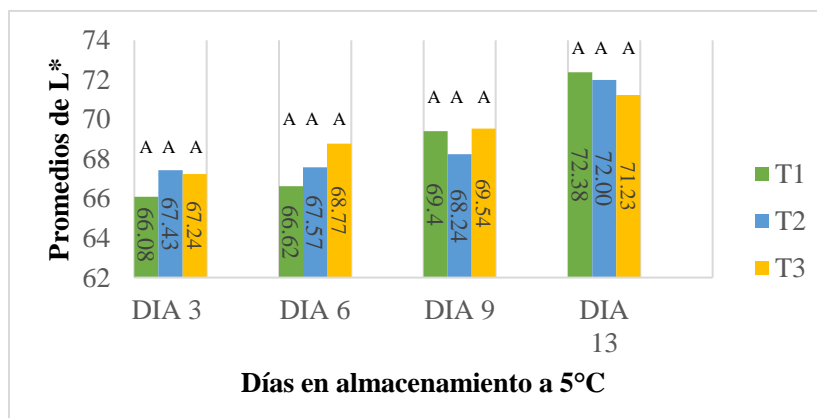


Figura 27. Comportamiento de la variable luminosidad en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

Gracias a la prueba de comparación de medias de Tukey fue posible determinar que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la variable luminosidad en el color de pétalos durante los 13 días de almacenamiento, representado por las tres letras iguales sobre cada una de las barras de la gráfica. A pesar de que los materiales de empaque PEB, PP y PEBD tienen diferencias en términos de estructura molecular y propiedades mecánicas, es posible que sus efectos sobre las flores de loroco en términos de luminosidad sean similares debido a que todos cumplen con los requisitos básicos de conservación y protección necesarios para este tipo de producto.

Coloración rojo-verde en pétalos

A continuación, se muestra el comportamiento de la variable a^* (rojo – verde) en los pétalos de las flores de loroco (figura 28). En el cual se aprecia que los tres tratamientos presentan una tendencia a la baja en cuanto a sus valores, esto comparado desde la perspectiva del espacio CIELAB ubica todos los valores en el rango de color verde, también indica que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento el color verde tiene un viraje desde una saturación más oscura a una de menor claridad.

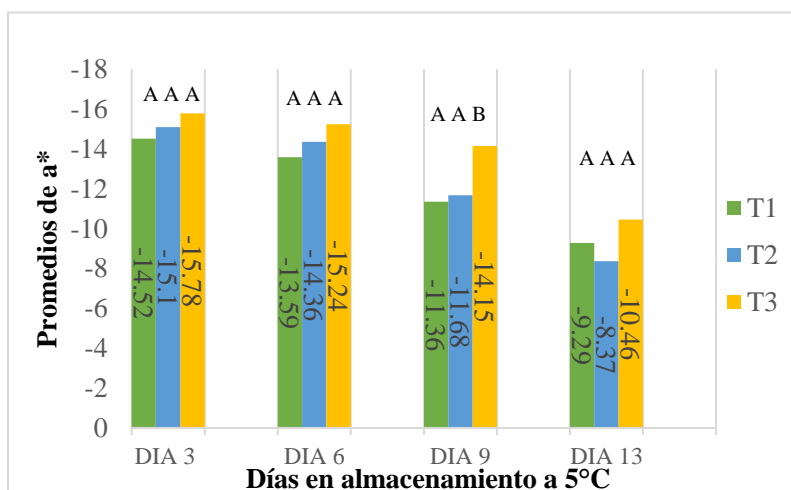


Figura 28. Comportamiento de la variable a^* (rojo - verde) en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

Este viraje se debió a la maduración de los tejidos, ya que cuando los pétalos de las flores de loroco estaban frescos, era evidente un color verde más oscuro, a medida que pasaron los días en almacenamiento más el efecto del CO_2 acumulado, el color verde oscuro presentó un viraje a un

verde más claro, hasta la aparición de machas pardas que ocasionaron la coloración marrón en casi la totalidad de los pétalos.

De igual manera, gracias a la prueba de comparación de medias de Tukey fue posible determinar que en el día 9 de almacenamiento, el T3 (bolsa-PEBD), mostró una diferencia estadísticamente significativa en comparación a los otros dos tratamientos. Es decir, al día 9 la coloración verde de los pétalos en el empaque de PEBD presentó un contraste de menor intensidad, dando una apariencia más fresca en comparación a las flores almacenadas en la bolsa de PEB y PP. Sin embargo, en el día 3, día 6 y al día 13 los tratamientos no presentaron ninguna diferencia estadísticamente significativa.

Coloración amarillo-azul en pétalos

A continuación, se presenta el comportamiento de la variable b^* (amarillo – azul) en los pétalos de las flores de loroco (figura 29). En el cual se aprecia que los tres tratamientos presentan una tendencia al alza en cuanto a sus valores, esto comparado desde la perspectiva del espacio CIELAB ubica dichos valores en el rango de color amarillo, también, indica que a medida pasa el tiempo de almacenamiento el color amarillo tiene un viraje desde una menor saturación a una más intensa.

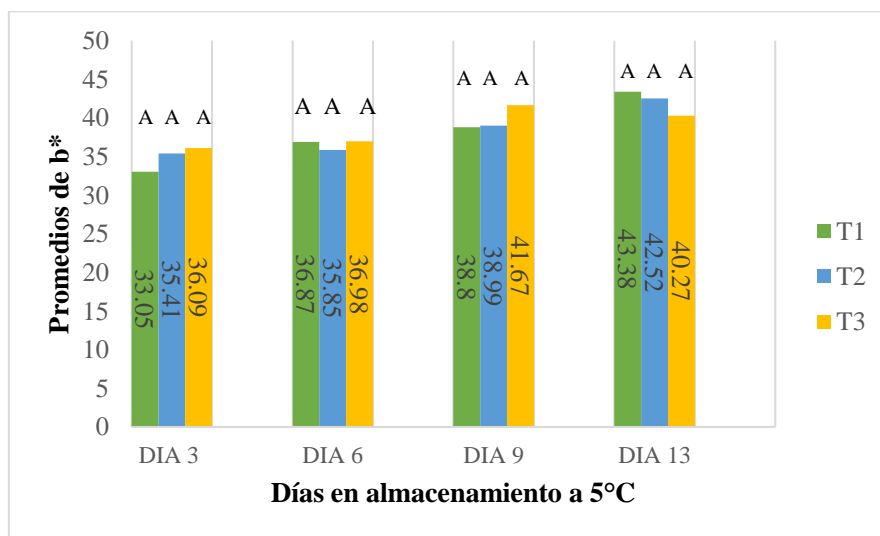


Figura 29. Comportamiento de la variable b^* (amarillo – azul) en pétalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

Este viraje de color se debió a la maduración de las flores de loroco, de igual manera el efecto del CO_2 acumulado dentro de los empaques influyó en el pardeamiento de los tejidos, favoreciendo la aparición de manchas amarillas sobre la superficie de las flores.

De igual manera, gracias a la prueba de comparación de medias de Tukey fue posible determinar que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la variable b* (amarillo – azul), principalmente en el color amarillo de los pétalos, ya que la prueba estableció letras iguales para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

7.2.2 Medición de color en pedúnculo y base de sépalos

El cuadro 7 muestra un resumen de los P-valor de las mediciones de color en pedúnculo y base de sépalos de las flores de loroco, recolectados con el colorímetro digital que muestra resultados basándose del espacio CIELAB. Los datos mostrados son un promedio resultado de tres mediciones por corrida o día de medición, analizados bajo un nivel de significancia de 0.05 apoyándose del programa estadístico INFOSTAT y la aplicación de la prueba de comparación de medias de TUKEY. Los recuadros marcados en amarillo representan valores que han mostrado una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos estudiados.

Cuadro 7. Resultados de significancia para color de pedúnculo y base de sépalos.

Cuadro de significancia de color de pedúnculo y base de sépalos			
Día 3 de almacenamiento			
P-valor L*	0.0156	Resultado	SIGNIFICATIVO
P-valor a*	0.0906	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.0894	Resultado	No significativo
Día 6 de almacenamiento			
P-valor L*	0.0699	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.0665	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.7728	Resultado	No significativo
Día 9 de almacenamiento			
P-valor L*	0.1139	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.7589	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.191	Resultado	No significativo
Día 13 de almacenamiento			
P-valor L*	0.1318	Resultado	No significativo
P-valor a*	0.9347	Resultado	No significativo
P-valor b*	0.1442	Resultado	No significativo
P-valor > 0.05 indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.			
Fuente: elaboración propia, 2023			

Análisis: Los resultados muestran que, durante las cuatro mediciones realizadas en los 13 días de almacenamiento de las flores de loroco, los tres tipos de empaque evaluados solamente presentaron una diferencia estadísticamente significativa en el día tres con relación a la luminosidad representada en el espacio CIELAB por L (figura 30). Mientras que el color verde representado en el espacio CIELAB por a* (rojo – verde) no presentó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los empaques (figura 31), al igual que el color amarillo representado en el espacio CIELAB por b* (Amarillo –azul) (figura 32). De tal manera que se asume que los tres empaques presentaron un efecto similar en la preservación del color en el pedúnculo y base de sépalos de las flores de loroco durante el período de almacenamiento.

Luminosidad en pedúnculo y base de sépalos

A continuación, se muestra el comportamiento de la variable luminosidad en el pedúnculo y base de sépalos de las flores de loroco (figura 30), en el cual se aprecia que los tres tratamientos presentan un comportamiento similar mantenido a lo largo del periodo de almacenamiento en cuanto la variación en sus valores de L.

Sin embargo, gracias a la prueba de comparación de medias de Tukey fue posible determinar que los tratamientos presentaron solamente una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la variable luminosidad, la cual se presentó en el día tres de almacenamiento, indicando que el T3 (bolsa-PEBD) mantuvo un mayor nivel de luminosidad, propiciando una apariencia de mayor frescura en comparación con las flores almacenadas en la bolsa de PEB y la bolsa de PP.

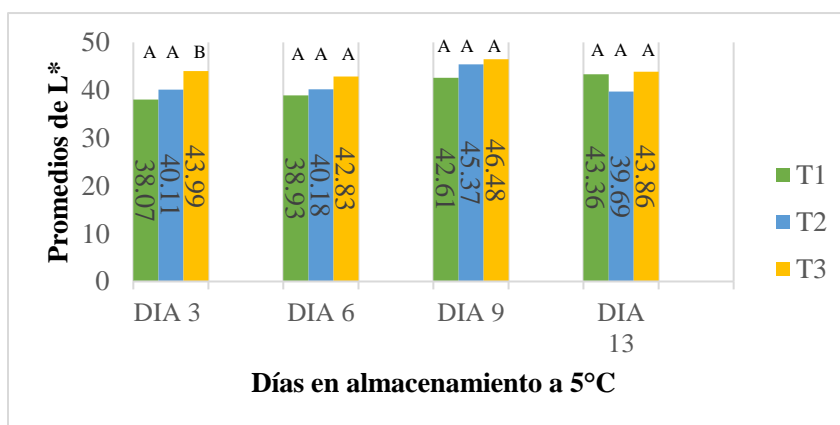


Figura 30. Comportamiento de variable Luminosidad en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

Este resultado se debe a la característica del material de empaque, ya que el T3 (bolsa-PEBD) permite una mayor permeabilidad al oxígeno, permitiendo un intercambio de gases constante que favorece el microclima y atmósfera interna de la bolsa, evitando que las flores de loroco comiencen a oscurecer su color verde característico y brindando una apariencia de mayor luminosidad, es decir, flores con colores más brillantes en aparente mejor estado. Ha pesar que en los días posteriores no hay diferencias estadísticamente significativas, el T3 (bolsa-PEBD) presenta una ventaja en las primeras etapas de almacenamiento lo cual es crucial para la comercialización ya que podría ofrecer mayor estabilidad en la calidad visual. Esto puede ser importante para los consumidores que a menudo eligen sus productos basándose de la apariencia.

Coloración rojo-verde en pedúnculo y base de sépalos

A continuación, se presenta el comportamiento de la variable a^* (rojo – verde) en el pedúnculo y base de sépalos de las flores de loroco (figura 31). En el cual se aprecia que los tres tratamientos presentan una tendencia a la baja en cuanto a sus valores, esto comparado desde la perspectiva del espacio CIELAB ubica todos los valores en el rango de color verde, también indica que a medida pasa el tiempo de almacenamiento el color verde tiene un viraje desde una saturación más oscura a una de menor claridad, pasando de una tonalidad verde oscura a una verde más suave.

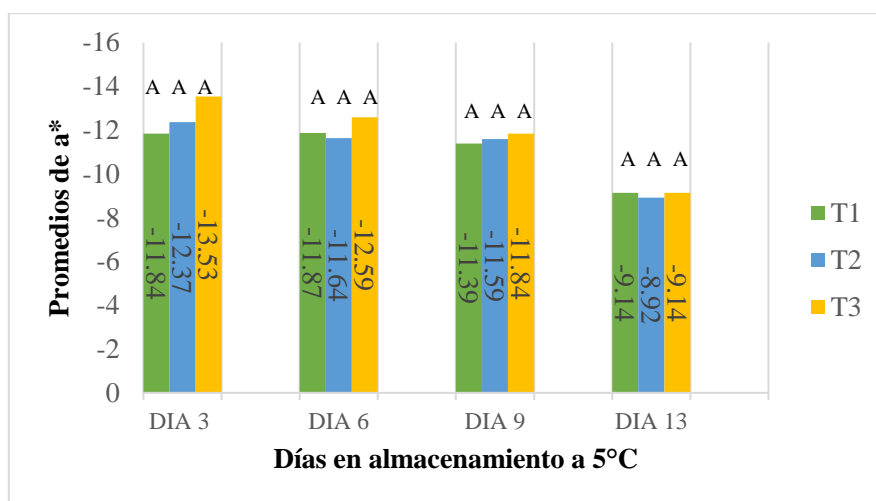


Figura 31. Comportamiento de variable a^* (rojo-verde) en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento

Este cambio en la intensidad del color verde se debió a la maduración de los tejidos, ya que cuando los pedúnculos y sépalos de las flores de loroco estaban frescos, predominaba un color verde más intenso, a medida pasaron los días en almacenamiento más el efecto del CO_2 acumulado, ese color

verde intenso fue cambiando a un verde suave, hasta la aparición de machas pardas que cubrían los tejidos de las flores de loroco.

Sin embargo, la prueba de comparación de media de Tukey estableció letras iguales para cada tratamiento, lo que indica que los tres tratamientos presentaron un comportamiento similar para preservar la coloración verde en las flores de loroco durante el periodo de almacenamiento.

Coloración amarillo-azul en pétalos

A continuación, se presenta el comportamiento de la variable b^* (amarillo – azul) en los pedúnculos y base de sépalos de las flores de loroco (Figura 32). En el cual se aprecia que los tres tratamientos presentan una tendencia en aumento manteniendo sus valores con leves variaciones hasta llegar al día 13 de almacenamiento, esto comparado desde la perspectiva del espacio CIELAB ubica dichos valores en el rango de color amarillo, también, indica que a medida pasa el tiempo de almacenamiento el color amarillo tiene un viraje desde una concentración más suave a una más intensa.

El T3 (bolsa-PEBD) mostró las medias más altas, seguido del T2 (bolsa-PP) y el T1 (bolsa-PEB). Sin embargo, la prueba de comparación de medias de Tukey reveló que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la variable b^* (amarillo – azul) en los pedúnculos y la base de sépalos durante los 13 días de almacenamiento, ya que todos los tratamientos recibieron letras iguales.

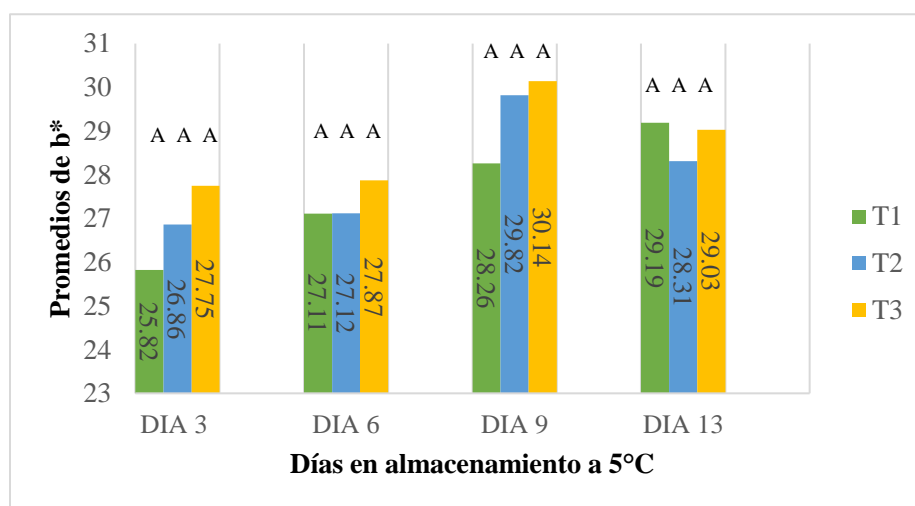


Figura 32. Comportamiento de la variable b^* (amarillo-azul) en pedúnculo y base de sépalos para cada tratamiento durante los 13 días de almacenamiento.

El viraje de color en las flores de loroco se debió a su maduración durante el almacenamiento y al efecto del CO₂ acumulado en los empaques, lo que favoreció el pardeamiento y la aparición de manchas amarillas. El T3 (bolsa de PEBD) permitió mayor ingreso de O₂, acelerando la oxidación y causando un mayor viraje de color en comparación con el T1 (bolsa de PEB) y el T2 (bolsa de PP). Sin embargo, las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas, lo que indica que los tres tratamientos mostraron resultados similares en esta variable.

8.3 Resultados de sondeo sensorial

Color

Durante las cuatro mediciones sensoriales realizadas a lo largo de los 13 días en almacenamiento, los panelistas evaluaron de manera diferente el atributo color de las flores de loroco entre los tres tratamientos, en una escala evaluada desde menos pardeado a muy pardeado. El T2 (bolsa-PP), fue el que mayores valores presentó (figura 33), seguido del T1 (bolsa-PEB) y finalmente el T3 (bolsa-PEBD) presentó los menores valores. Sin embargo, al aplicar una prueba estadística no paramétrica (Friedman) a estos datos, resultó que estas diferencias no son estadísticamente significativas, por tanto, los tres tratamientos tienen un comportamiento similar en la conservación del color de las flores de loroco frescas.

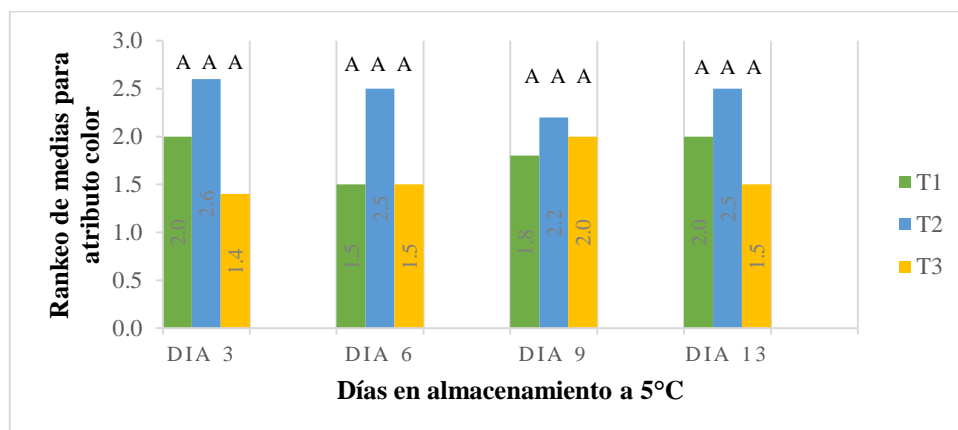


Figura 33. Medias obtenidas en sondeo sensorial de color de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.

Discusión: Las bolsas de PEB y PP al presentar menor permeabilidad a los gases, ocasionaron una mayor acumulación en los porcentajes de CO₂ y bajas concentraciones de O₂ dentro de cada bolsa, esto debido a que cuando las reservas de O₂ fueron consumidas por el proceso respiratorio de las

flores de loroco, se generó mayor acumulación de CO₂ que no se difundió a través del empaque. Ospina y Cartagena (2008), argumentan que altas concentraciones de CO₂ y bajas concentraciones de O₂ en una ATM, ocasionan afectaciones sobre algunos vegetales, provocando sensibilización sobre los tejidos y generando la aparición de pardeamiento y necrosis superficial e interna. Este comportamiento de la atmósfera interna explica por qué estos tratamientos presentaron mayor incidencia de pardeamiento.

Por su parte, el T3 (bolsa-PEBD) al presentar mayor permeabilidad a los gases, favoreció el intercambio gaseoso entre la atmósfera interna del empaque y el ambiente exterior, manteniendo un mayor equilibrio entre los niveles de CO₂ y O₂ que redujo el estrés en los tejidos vegetales, a esto se debió el menor grado de pardeamiento visible en las flores de loroco.

Olor

Durante las cuatro mediciones sensoriales realizadas a lo largo de los 13 días en almacenamiento, los panelistas evaluaron de manera diferente el atributo olor de las flores de loroco entre los tres tratamientos, en una escala evaluada desde olor suave a olor intenso. El T1 (bolsa-PEB) fue el que mayores medias presentó (figura 34), seguido del T2 (bolsa-PP), mientras que el T3 (bolsa-PEBD) presentó las menores medias. Al aplicar la prueba estadística no paramétrica de Friedman a estos datos, resultó que hasta el día 9 de almacenamiento los tratamientos se comportaron de manera similar, pero al día 13 el T3 (bolsa-PEBD), mostró una diferencia estadísticamente significativa.

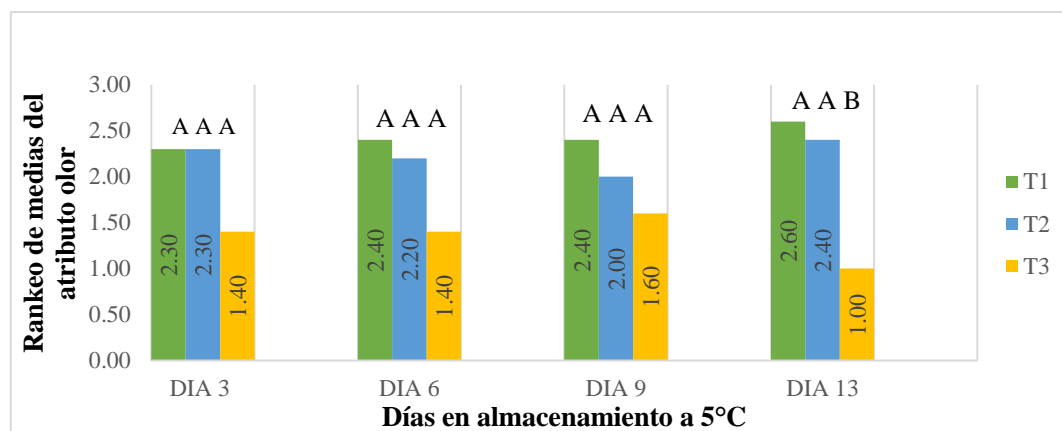


Figura 34. Medias obtenidas en sondeo sensorial de olor de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.

Discusión: En cuanto a la conservación del olor característico de las flores de loroco, el hecho que la bolsa de PEBD posee mayor permeabilidad a los gases representa una desventaja, ya que el olor característico del loroco se debe a compuestos volátiles que son susceptibles a la oxidación. Arcos y Marín (2021) establecen que el PEBD tiene una menor resistencia térmica que el Polietileno de alta densidad (PEAD), lo que lo hace más susceptible a cambios de temperatura que pueden acelerar la pérdida de los compuestos volátiles responsables del aroma.

Cuando las flores de loroco están almacenadas en una bolsa de PEBD permeable, el oxígeno del aire puede penetrar más fácilmente hacia el interior de la bolsa y entrar en contacto con los compuestos volátiles del producto, por lo que la pérdida de aroma puede ocurrir de manera más rápida en comparación con materiales menos permeables como las bolsas de PEB y PP, por esta razón se encontró una diferencia estadísticamente significativa al finalizar el periodo de almacenamiento. Esto significa que el aroma del loroco se disipa más fácilmente hacia el exterior de la bolsa de PEBD, especialmente cuando la bolsa se expone al ambiente exterior donde el intercambio de gases continúa.

Firmeza al tacto

Durante las cuatro mediciones sensoriales realizadas a lo largo de los 13 días de almacenamiento, los panelistas evaluaron de manera distinta el atributo de firmeza al tacto en las flores de loroco entre los tres tratamientos, en una escala evaluada desde poco firme a muy firme. El T1 (bolsa-PEB) fue el que mayores medias presentó (figura 35), seguido del T3 (bolsa-PEBD), mientras que el T2 (bolsa-PP) presentó las menores medias. Aritméticamente, se observa un comportamiento

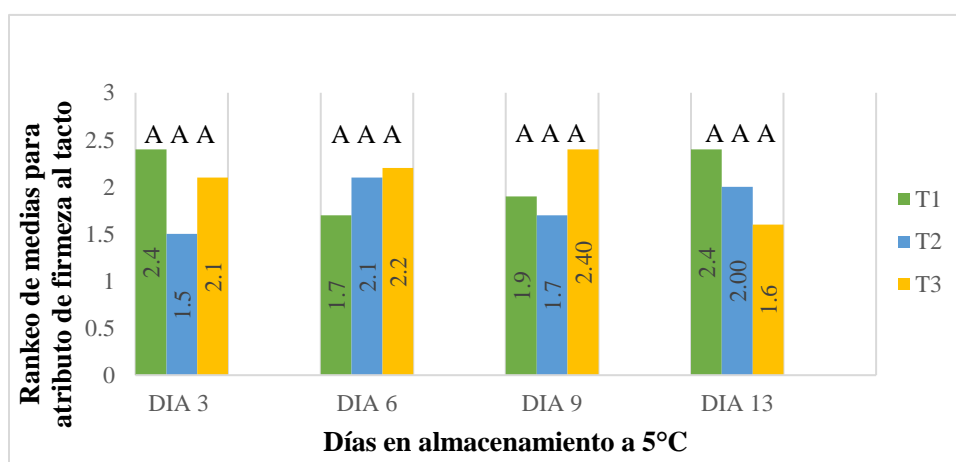


Figura 35. Medias obtenidas en sondeo sensorial de firmeza al tacto de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.

irregular en las medias de los diferentes tratamientos, sin embargo, al aplicar la prueba estadística no paramétrica de Friedman, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa entre los tres tratamientos evaluados.

Discusión: El hecho de que las diferencias entre tratamientos no fueran estadísticamente significativas a lo largo de las mediciones podría indicar que la firmeza al tacto no fue afectada de manera consistente por los diferentes empaques y que cada tratamiento pudo comportarse de manera similar para mantener la firmeza en los tejidos de las flores de loroco. Según la FAO (2003), la temperatura y humedad durante el almacenamiento son cruciales para mantener la firmeza de los productos frescos, generalmente, el almacenamiento a bajas temperaturas y alta humedad relativa ayuda a preservar la firmeza.

Durante el estudio todos los tratamientos se conservaron bajo las mismas condiciones de 5°C y 93% de humedad relativa (HR), a esto podría deberse que los materiales de empaque evaluados no tuvieron un impacto diferencial suficientemente fuerte en la firmeza para ser detectado de manera concluyente. De igual manera, la capacidad y preparación de los panelistas para discernir diferencias en la firmeza al tacto pudo haber sido limitada debido a su nivel de entrenamiento, aun así, se puede establecer que el T3 (bolsa-PEBD) fue el empaque que mayor uniformidad presentó en relación con los datos recolectados, en comparación al T1 (bolsa-PEB) y T2 (bolsa-PP).

Sabor

Durante las cuatro mediciones sensoriales realizadas a lo largo de los 13 días de almacenamiento, los panelistas lograron identificar diferencias en cuanto al sabor de las flores de loroco entre los tres tratamientos, en una escala evaluada desde leve a fuerte. El T1 (bolsa-PEB) fue el que mayores medias presentó (figura 36), seguido del T3 (bolsa-PEBD), mientras que el T2 (bolsa-PP) presentó las menores medias. Al aplicar la prueba estadística no paramétrica de Friedman a estos datos, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa, observándose un comportamiento similar entre los tres tratamientos.

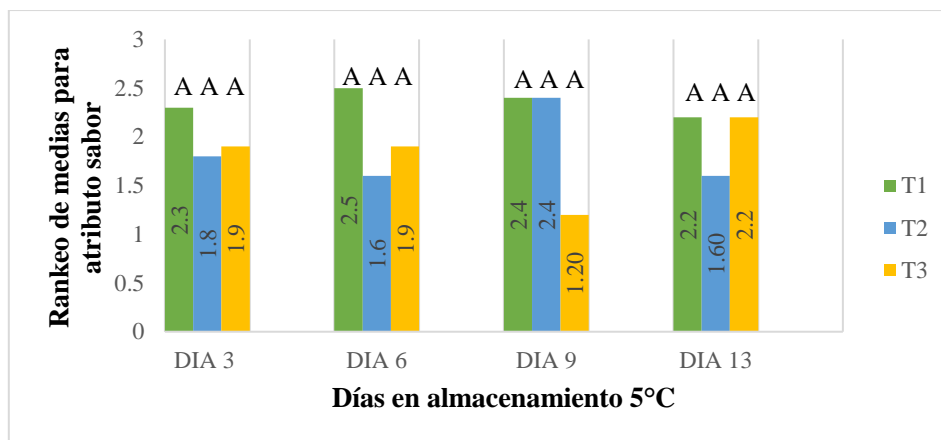


Figura 36. Medias obtenidas en sondeo de sabor de flores de loroco para tratamiento evaluado.

Discusión: Según Ospina y Cartagena (2008), dentro de un empaque en ATM el CO₂ elevado puede inducir cambios en el pH del ambiente dentro de la bolsa, afectando la acidez y el desarrollo de aromas y sabores. Por otro lado, la baja concentración de O₂ podría limitar la respiración aeróbica de las flores de loroco, reduciendo la producción de compuestos volátiles deseables y afectando negativamente el sabor del producto. Esta afirmación podría aplicarse tanto a la bolsa de PEB y PP, sin embargo, la bolsa de PEBD presentó un mayor equilibrio en sus concentraciones de CO₂ y O₂, aun así, se comportó de manera similar a la bolsa de PEB de acuerdo con las medias obtenidas.

Por lo tanto, a pesar de que los panelistas percibieron variaciones en el sabor, estas diferencias no fueron lo suficientemente consistentes o significativas desde un punto de vista estadístico para afirmar que existe una preferencia clara por un tratamiento sobre los otros. Este hallazgo podría deberse a varias razones, como la sensibilidad subjetiva de los panelistas a las diferencias de sabor, la variabilidad inherente en la evaluación sensorial o la necesidad de un tamaño muestral más grande para detectar diferencias estadísticas significativas. Además, el comportamiento similar observado entre los tratamientos sugiere que, aunque las percepciones sensoriales varían, los tratamientos podrían estar generando resultados sensoriales comparables en promedio.

Apariencia general

Durante las cuatro mediciones sensoriales realizadas a lo largo de los 13 días de almacenamiento, los panelistas lograron identificar diferencias en cuanto la apariencia general de las flores de loroco entre los tres tratamientos, en una escala evaluada desde poco fresca a muy fresca. El T3 (bolsa-PEBD) fue el que mayores medias presentó (figura 37), seguido del T1 (bolsa-PEB), mientras que

el T2 (bolsa-PP) presentó las menores medias. Al aplicar la prueba estadística no paramétrica de Friedman a estos datos, únicamente se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el día 6 de almacenamiento, en el cual el T2 (bolsa-PP) y T3 (bolsa-PEBD), presentaron un comportamiento similar, sin embargo, en los días finales de almacenamiento (día 9 y 13), los tres tratamientos se comportaron de manera aritméticamente similar con leves variaciones en cuanto a la percepción de los panelistas.

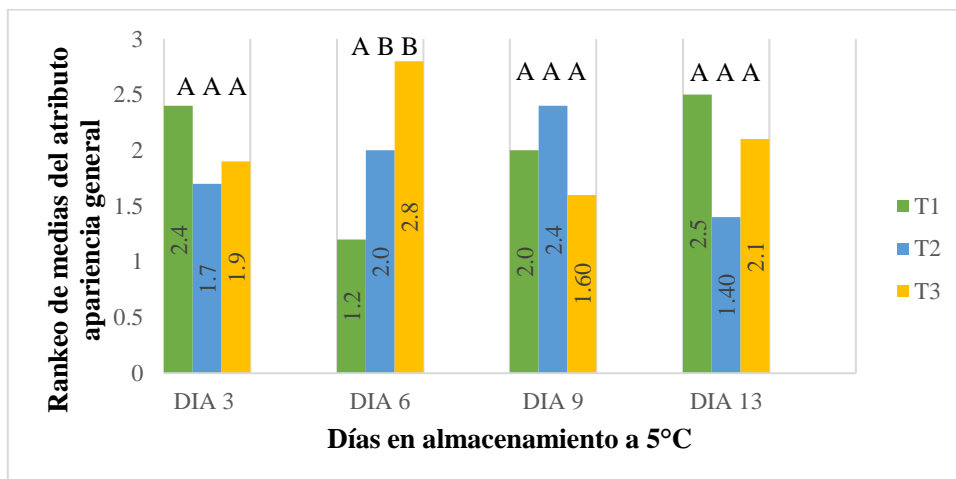


Figura 37. Medias obtenidas en el sondeo de la apariencia general de flores de loroco para cada tratamiento evaluado.

Discusión: Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Rovira *et. al* (2019), en el que estableció que conservar las flores de loroco en un empaque que facilite el intercambio gaseoso entre la atmósfera interna del empaque y la atmósfera externa del ambiente, conserva por mayor tiempo las características organolépticas de las flores de loroco, aumentando la aceptación por parte del consumidor. La bolsa de PEBD cumple con esta característica, ya que este material favorece en mayor medida este intercambio gaseoso, a comparación de las bolsas de PEB y PP que presentan menor permeabilidad a los gases.

Por otra parte, la percepción y preparación de los panelistas también jugó un papel importante en los resultados, ya que se presentan variaciones irregulares en los cuatro días de medición, asimilando que el T1 (bolsa-PEB) que posee menor permeabilidad a los gases tiene un comportamiento parecido al T3 (bolsa-PEBD) que posee mayor permeabilidad a los gases, un aspecto que teóricamente debería ser contrario, sin embargo, los días clave que se toman de referencia para tomar decisiones, son el día 6 de almacenamiento en que las flores de loroco presentan la mayor aceptación por parte de los panelistas en el T3 (bolsa-PEBD), y el día 13 en el

que se ha cumplido el periodo de almacenamiento, observándose que el T1 (bolsa-PEB) y nuevamente el T3 (bolsa-PEBD) conservan mejor la apariencia del producto.

IX. Conclusiones

- El empaque de Polietileno de baja densidad (PEBD) generó una atmósfera interna más favorable para preservar las características organolépticas de las flores de loroco, ya que su barrera altamente permeable favorece el intercambio gaseoso entre la atmósfera interna del empaque y la atmósfera del ambiente externo.
- La mayor permeabilidad a los gases en un empaque plástico significa una adecuada gestión del ambiente interno del empaque, lo que contribuye a una mejor calidad de las flores de loroco durante un tiempo prolongado.
- A diferencia de otros vegetales frescos, altas concentraciones de CO₂ dentro de un empaque plástico utilizado para almacenar flores de loroco, afecta negativamente su vida de anaquel y sus características organolépticas.
- La permeabilidad del empaque puede tener un impacto significativo en el color de un producto fresco al afectar su exposición al oxígeno, luz y condiciones ambientales.
- El empaque de Polietileno de baja densidad (PEBD) presentó mejores resultados preservando las características sensoriales por mayor tiempo, alcanzando un periodo de 9 días en almacenamiento manteniendo condiciones de consumo aceptables.

X. Recomendaciones

- Evitar la acumulación de altas concentraciones de CO₂ dentro del empaque seleccionado para almacenar flores de loroco.
- Realizar las mediciones de color con colorímetro digital del producto almacenado en las mismas condiciones de iluminación para evitar variaciones en la lectura.
- Desarrollar las evaluaciones sensoriales del producto en estudio con panelistas entrenados y en la cantidad adecuada para obtener resultados altamente confiables.
- Revisar la ficha técnica del material de empaque que se desea utilizar para almacenar flores de loroco, así será posible tomar mejores decisiones en la elección de este.

XI. Bibliografías

- Arcos Coba, JA; Marín Cucalón, BE. 2021. La actualidad de los tipos de envases plásticos para alimentos (en línea). Revista Journal of Engineering Sciences 3(6) P1-16. Consultado 26 jun. 2023. Disponible en <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/download/176/288>
- Artés Calero, F.2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco (en línea). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 7(2). P. 71-73. Consultado 18 abr. 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/813/81370202.pdf>
- Cabrera Pinzón, CT. 2010. Evaluación del rechazo de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) deshidratada para elaborar saborizante espesante en polvo (en línea). Tesis Ing. Quim. USC, Guatemala. P. 11. Consultado 24 abr. 2023. Disponible en <https://www.yumpu.com/es/document/read/37230310/evaluacion-del-rechazo-de-flor-de-loroco-fernaldia->
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2018. Cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata*) (en línea). Pág. 6-10. Consultado 21 mar. 2023. Disponible en <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-loroco/#>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma). 1992. El maíz en la alimentación humana: tecnología poscosecha, preprocesamiento (en línea). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/t0395e/T0395E04.htm>
- Fernández, P. 2013. Guía básica para la exportación de la Flor de Loroco, desde El Salvador hacia España, a través de las escuelas de hostelería del País Vasco. San Salvador, El Salvador (En línea). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en: https://www.utec.edu.sv/vips/uploads/investigaciones/exportacion_flor_loroco_espana.pdf
- Flores. S.f. CULTIVO Y ALGUNOS DATOS ETNOBOTANICOS DEL "LOROCO" *Fernaldia pandurata* Woodson (En línea). Consultado 13 ago 2023. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1471/>

- Granados, P; Rosales, G; Duarte, S. 2019. CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA IN SITU DEL CULTIVO DE LOROCO (*Fernaldia sp.*) Y MAPEO DE PRODUCTORES EN LOS DEPARTAMENTOS DE ZACAPA Y CHIQUIMULA (En línea). Consultado 13 ago. 2022. Disponible en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/6%20LOROCO/Caract%20bot%20C3%A1nica-CUNZAC-Emilio%20Granados/CAR%20BOT.pdf>
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá); OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica (en línea). p. 75. Consultado 18 abr. 2023. Disponible en <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- Intagri. 2017. Atmósferas Controladas y Modificadas en Postcosecha (en línea, sitio web). Consultado 18 abr. 2023. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/atmosferas-controladas-y-modificadas-en-postcosecha>
- Morataya López, MA; Rosales Gómez, CA; Vázquez Chavez, ES. 2018. Estudio de las técnicas de preservación de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) y su mercado potencial (en línea). Zacapa, Guatemala. 86 p. Consultado 19 abr. 2023. Disponible en <https://online.fliphtml5.com/riws/tmrx/#p=6>
- Ospina Meneses, SM; Cartagena Valenzuela, JR. 2008. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. Revista Lasallista de investigación 5(2):112-123 (en línea). Consultado 20 jun. 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/695/695502.pdf>
- Poly Jute. 2023. Principales diferencias entre envases para alimentos de polipropileno y de polietileno (en línea, sitio web). Consultado 24 jul. 2024. Disponible en <https://www.polyjute.com/noticias/diferencias-entre-envases-para-alimentos-de-polipropileno-y-polietileno/>
- Rovira, MD; Alfaro, C; Chichique, V. 2019. Empaques de atmosfera modificada para alimentos salvadoreños (en línea). UCA. San Salvador, El Salvador, 6 p. Consultado 21 mar. 2023. Disponible en <http://repositorio.uca.edu.sv/jspui/bitstream/11674/2705/1/35-investigacion-uca-empaques-atmosfera-modificada.pdf>

- Specialty Produce. 2023. Flores de loroco (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en [https://specialtyproduce.com/produce/Loroco Blossoms 15208.php](https://specialtyproduce.com/produce/Loroco_Blossoms_15208.php)
- The Food Tech. 2020. Polietileno biorientado: estructuras monomaterial y envases sustentables (en línea, sitio web). Consultado 25 jul. 2024. Disponible en <https://thefoodtech.com/historico/polietileno-biorientado-estructuras-monomaterial-y-envases-sustentables/>
- Universidad de Barcelona. 2024. Polietileno de baja densidad (en línea, Sitio web). Barcelona, España. Consultado 28 jul. 2024. Disponible en <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-baja-densidad>
- Vásquez, C. 2018. Estudio de las técnicas de preservación de la flor de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) y su mercado potencial (En línea). Consultado 14 ago. 2022. Disponible en [http://cunori.edu.gt/descargas/Informe tecnico final del proyecto de investigacion estudio de las tcnicas de preservacin de la.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/Informe_tecnico_final_del_proyecto_de_investigacion_estudio_de_las_tecnicas_de_preservacion_de_la.pdf)
- Villagrán Paiz, A. E; Pérez Monroy, M. A. 2020. Estudio de cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco, (*Fernaldia pandurata* Woodson) para conservar sus propiedades sensoriales. Ed. Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa, USC, Guatemala. Zacapa, 79 Pág. Consultado 23 mar. 2023. Disponible en [https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/6%20LOROCO/Tecnicasprocesamiento-CUNZAC-AVillagran/Cinco%20t%C3%A9cnicas%20de%20industrializaci%C3%B3n%20de%20la%20flor%20de%20loroco,%20\(Fernaldia%20pandurata%20Woodson\)%20propiedades%20sensoriales.pdf](https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/6%20LOROCO/Tecnicasprocesamiento-CUNZAC-AVillagran/Cinco%20t%C3%A9cnicas%20de%20industrializaci%C3%B3n%20de%20la%20flor%20de%20loroco,%20(Fernaldia%20pandurata%20Woodson)%20propiedades%20sensoriales.pdf)

XII. Anexos

Registro de datos de tasa de respiración														Medición: _____			
Información del equipo																	
Nombre: _____														T°: _____			
Modelo: _____														%RH: _____			
Identificación de muestras																	
E1 PEB					E2 PP					E3 PEC							
T1R1		T2 R2		T3 R3		T2R1		T2R2		T2R3		T3R1		T3R2		T3R3	
Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :	Bolsa	O ₂ :
Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:
Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :	Frasco	O ₂ :
Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :	Hora:	CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:
Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :
	CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:
Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :
	CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:
Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :
	CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:
Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :	Hora:	O ₂ :
	CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :		CO ₂ :
	Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:		Bal:

A1: Formulario para registro de datos de respiración.

Recolección de datos de medición con colorímetro digital										
Información del equipo										
Nombre: _____								T°: _____		
Modelo: _____								%RH: _____		
Identificación de muestras										
Pétalos										
Fecha: ____/____/____	E1 PEB			E2 PP			E3 PEC			
	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	
1° medición	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	
	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	
	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	
	Pédunculo y base de sépalos									
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:
a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	
b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	
Pétalos										
Fecha: ____/____/____	E1 PEB			E2 PP			E3 PEC			
	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	
2° medición	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	
	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	
	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	
	Pédunculo y base de sépalos									
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:	L:
a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	a:	
b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	b:	

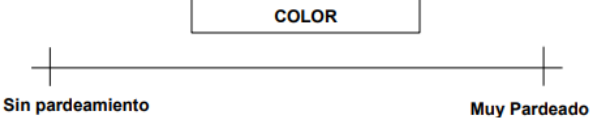
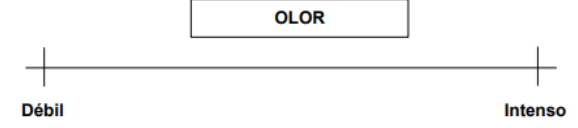
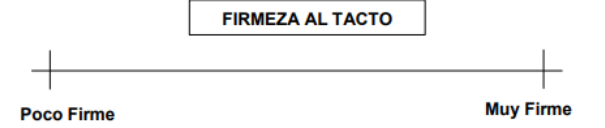
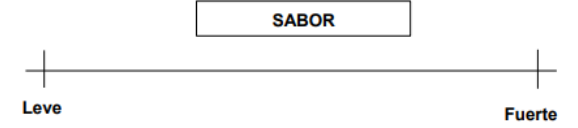
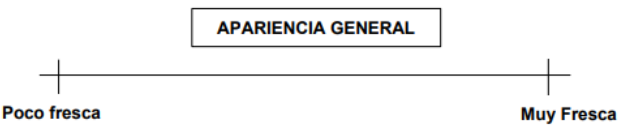
A2: Formulario de recolección de datos de medición con colorímetro digital.

Fecha: _____ Panelista: _____ medición de datos Código: _____

INSTRUCCIONES PARA JUECES DE CATA

Gracias por participar en esta evaluación sensorial de flores de loroco. Utilice la escala lineal no estructurada para evaluar los atributos de color, olor, firmeza, sabor y apariencia general.

- La escala lineal no estructurada es una línea horizontal que va desde un extremo a otro, donde el extremo izquierdo representa la ausencia o menor presencia del atributo y el extremo derecho representa la presencia máxima del atributo.
- Marque una raya vertical sobre la horizontal que represente su percepción de cada atributo de las flores de loroco entregadas.
- La evaluación debe ser individual y sin influencia de otros participantes.
- Recuerde limpiar su paladar después de analizar cada muestra.
- Si tiene alguna pregunta, por favor levante la mano y un miembro del equipo de evaluación le ayudará.

<p style="text-align: center;">COLOR</p>  <p style="text-align: center;">Sin pardeamiento Muy Pardeado</p>	<p style="text-align: center;">OLOR</p>  <p style="text-align: center;">Débil Intenso</p>
<p style="text-align: center;">FIRMEZA AL TACTO</p>  <p style="text-align: center;">Poco Firme Muy Firme</p>	<p style="text-align: center;">SABOR</p>  <p style="text-align: center;">Leve Fuerte</p>
<p style="text-align: center;">APARIENCIA GENERAL</p>  <p style="text-align: center;">Poco fresca Muy Fresca</p>	

A3: Pauta de evaluación para pruebas sensoriales.

Atmósfera dentro del empaque		
Tratamientos	Parámetros	Promedios
1	O2:	2.2
	CO2:	17.4
	Bal:	80.4
2	O2:	2.0
	CO2:	18.7
	Bal:	79.3
3	O2:	10.2
	CO2:	3.4
	Bal:	86.3
1	O2:	2.9
	CO2:	19.0
	Bal:	81.0
2	O2:	7.3
	CO2:	15.0
	Bal:	77.7
3	O2:	9.7
	CO2:	3.4
	Bal:	93.9
1	O2:	3.3

Medición 1

Medición 2

	CO2:	18.5	
	Bal:	78.2	
2	O2:	2.7	
	CO2:	20.5	
	Bal:	76.8	
	O2:	10.2	
3	CO2:	3.1	Medición 3
	Bal:	86.7	
	O2:	4.7	
	CO2:	14.2	
1	Bal:	80.8	
	O2:	4.6	
2	CO2:	17.4	
	Bal:	78.0	
	O2:	11.8	
	CO2:	2.4	
3	Bal:	85.8	Medición 4










A4: Medias obtenidas en medición de atmósferas internas.

Color de pétalos					Color de pedúnculo y base de sépalos				
Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*	Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*
1	1	62.03	-13.63	31.62	1	1	37.59	-11.28	22.47
1	2	63.54	-15.08	34.23	1	2	39.62	-12.17	24.58
1	3	69.67	-14.85	33.29	1	3	37.01	-12.06	24.4
2	1	70.18	-14.75	33.22	2	1	38.35	-11.48	23.4
2	2	72.78	-13.68	34.27	2	2	40.23	-12.35	26.11
2	3	66.99	-16.88	38.73	2	3	41.75	-13.27	28.06
3	1	69.14	-15.45	35.9	3	1	41.9	-12.55	25.91
3	2	66.55	-15.65	34.88	3	2	46.02	-13.74	28.64
3	3	66.03	-16.23	37.49	3	3	44.04	-14.29	28.69
medición 2					medición 2				
Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*	Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*
1	1	61.4	-11.27	35.11	1	1	37.75	-11.29	26.42
1	2	71.37	-15.38	37.72	1	2	40.76	-12.5	27.62
1	3	67.09	-14.11	37.77	1	3	38.27	-11.81	27.28
2	1	61.7	-14.32	35.96	2	1	39.22	-11.49	26.35
2	2	64.22	-15.35	38.53	2	2	42.49	-11.41	29.62
2	3	61.79	-13.41	33.06	2	3	38.83	-12.01	25.38
3	1	71.9	-14.43	35.82	3	1	41.54	-12.62	27.34
3	2	67.44	-13.57	34.75	3	2	44.16	-12.75	29.04
3	3	66.96	-17.71	40.38	3	3	42.79	-12.4	27.22
medición 3					medición 3				
Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*	Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*
1	1	67.93	-12.13	38.61	1	1	43.02	-11.91	28.71
1	2	70.32	-11.82	40.83	1	2	42.83	-11.68	28.55
1	3	69.95	-10.14	36.96	1	3	41.98	-10.59	27.52
2	1	61.34	-11.86	37.93	2	1	46.54	-12.71	31.2
2	2	70.06	-10.9	40.85	2	2	46.93	-11.03	29.43
2	3	73.31	-12.28	38.18	2	3	42.63	-11.02	28.84
3	1	72.25	-14.17	41.17	3	1	43.85	-11.75	28.5
3	2	81.65	-15.62	42.98	3	2	47.57	-12.26	31.39
3	3	70.8	-12.67	40.85	3	3	48.01	-11.52	30.53
medición 4					medición 4				
Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*	Tratamientos	Repeticiones	L*	a*	b*
1	1	82.62	-11.39	47.65	1	1	45.93	-9.44	31.11
1	2	61.67	-7.03	40.84	1	2	41.42	-8.73	28.3
1	3	81.84	-9.44	41.64	1	3	42.72	-9.26	28.15
2	1	72.77	-8.94	39.96	2	1	40.07	-8.92	27.32
2	2	83.42	-9.57	47.44	2	2	38.83	-9.73	25.27
2	3	59.81	-6.59	40.15	2	3	40.16	-8.1	26.35
3	1	73.9	-9.39	39.06	3	1	44.11	-9.58	28.95
3	2	67.21	-13.26	38.46	3	2	46.92	-10.03	31.26
3	3	66.84	-8.73	37.3	3	3	40.55	-7.8	26.88










A5: Datos obtenidos en medición de color con colorímetro digital en pétalos, pedúnculo y base de sépalos.

ANOVA MIXTO							
Resultados de análisis sensorial							
Código	Tratamiento	Panelista	Color	Olor	Firmeza al tacto	Sabor	Apariencia general
E1010	1	1	0.1	2.7	5.5	5.7	7
PP080	2	1	3.1	3.3	4.9	2	1.6
EC060	3	1	0.2	1.7	2	1.2	6.7
E1002	1	2	0.2	4	6.9	1.1	7.5
PP700	2	2	0.8	2.8	6.6	1.9	7.3
EC100	3	2	0.2	3.1	6.6	7.7	0.3
E1060	1	3	0.4	7.2	7.5	7.6	0.5
PP040	2	3	0.4	7.6	7.1	0.3	0.4
EC009	3	3	0.3	0.3	7.7	0.4	7.4
E1005	1	4	0.5	7.4	7.4	7.3	7.6
PP009	2	4	7.5	7.4	0.3	7.4	0.4
EC300	3	4	0.4	0.5	7.5	0.6	0.3
E1040	1	5	1.3	8	8	8	6.3
PP010	2	5	0	8	8	7.8	8
EC002	3	5	0	8	8	8	8
E1080	1	6	0.2	7.9	7.9	7.9	7.8
PP060	2	6	7.9	7.8	0.2	0.2	0.2
EC010	3	6	0.1	7.9	7.9	7.9	7.8
E1009	1	7	2.8	6	4	4.8	4.7
PP300	2	7	0.9	6.3	6.6	5.3	6.9
EC005	3	7	0.5	1.3	7.5	6.3	6.3
E1300	1	8	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2
PP100	2	8	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3
EC040	3	8	0.1	7.6	0.3	7.6	0.6
E1700	1	9	1.8	5.1	3	2.8	1.1
PP005	2	9	0.2	5.4	7.3	6.4	7.1
EC700	3	9	0.2	0.2	7.2	5.1	7.9
E1100	1	10	1.4	6.8	7	4.3	7.1
PP002	2	10	0.2	7.4	4.5	7.3	7.6
EC080	3	10	2	6.6	7.8	7.1	5.7
E1010	1	1	2.2	3.6	2.8	1.9	3.4
PP700	2	1	4.7	3.1	5.2	3.6	5.2
EC040	3	1	4.2	4.6	4.4	4.7	4.7
E1009	1	2	7.4	7.5	0.5	7.5	0.3
PP010	2	2	7.5	7.4	0.5	7.4	0.4
EC700	3	2	7.5	0.5	7.7	0.6	7.3
E1080	1	3	7.4	7.5	0.3	0.3	0.4
PP040	2	3	7.6	7.6	0.3	0.2	0.2
EC009	3	3	0.2	0.3	0.3	0.3	7.4
E1040	1	4	7.6	6.3	6.5	4.6	0.5
PP060	2	4	6.8	5.5	1.6	4	3.2
EC060	3	4	0.5	0.9	6.4	4.3	6.7
E1060	1	5	3.6	5.7	5.3	5.1	3.9
PP080	2	5	3.2	6.6	7.8	3.6	6.1
EC002	3	5	1.5	1.8	7.7	2.6	6.7
E1700	1	6	7	7.7	6.9	1.5	6.6
PP300	2	6	6.2	6.3	6.3	2	6.2
EC100	3	6	2.1	0.9	6.3	2.2	2.9
E1005	1	7	6.5	4	3.9	2.9	3.6
PP009	2	7	1.3	6.4	5.1	6.5	6.8
EC005	3	7	0.6	7.2	2.7	7.4	6.9
E1300	1	8	0.7	3.4	2.9	0.4	0.4
PP005	2	8	3.7	2.9	4.6	0.3	2.6
EC300	3	8	6.7	1.2	4.5	3.2	7.5
E1002	1	9	4	4.2	4.2	3.6	3.5
PP002	2	9	3.6	3.5	5.9	5.8	5
EC080	3	9	6.7	6.2	6.4	6.5	5.5
E1100	1	10	5	3.5	2.9	2.4	2
PP100	2	10	5.6	1.5	3.1	2.2	2
EC010	3	10	0.3	4	4.8	5.4	6










A6: Datos obtenidos en sondeo sensorial con 5 panelistas no entrenados en 4 días de medición

<p>T1-Empaque de Polietileno Biorientado</p> <p>3 días de almacenamiento 5°C</p>			
<p>T2-Empaque de Polipropileno</p> <p>3 días de almacenamiento 5°C</p>			
<p>T3-Empaque de Polietileno Baja Densidad</p> <p>3 días de almacenamiento 5°C</p>			










A7. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 3 días de almacenamiento.

<p>Apariencia general T1-PEB</p> <p>3 días almacenamiento 5°C</p>			
<p>Apariencia general T2-PP</p> <p>3 días almacenamiento 5°C</p>			
<p>Apariencia general T3-PEBD</p> <p>3 días almacenamiento 5°C</p>			

A8. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 3 días de almacenamiento.

T1-Empaque de Polietileno Biorientado 6 días de almacenamiento 5°C			
T2-Empaque de Polipropileno 6 días de almacenamiento 5°C			
T3-Empaque de Polietileno Baja Densidad 6 días de almacenamiento 5°C			

A9. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 6 días de almacenamiento.

Apariencia general T1-PEB 6 días almacenamiento 5°C			
Apariencia general T2- PP 6 días almacenamiento 5°C			
Apariencia general T3-PEBD 6 días almacenamiento 5°C			








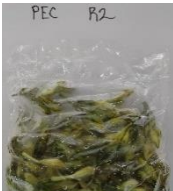

A10. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 6 días de almacenamiento.

<p>T1-Empaque de Polietileno Biorientado</p> <p>9 días de almacenamiento 5°C</p>			
<p>T2-Empaque de Polipropileno</p> <p>9 días de almacenamiento 5°C</p>			
<p>T3-Empaque de Polietileno Baja Densidad</p> <p>9 días de almacenamiento 5°C</p>			










A11. Apariencia general del lorocho dentro de los diferentes empaques después de 9 días de almacenamiento.

<p>Apariencia general T1-PEB</p> <p>9 días almacenamiento 5°C</p>			
<p>Apariencia general T2-PP</p> <p>9 días almacenamiento 5°C</p>			
<p>Apariencia general T3-PEBD</p> <p>9 días almacenamiento 5°C</p>			

A12. Apariencia general del lorocho fuera de los diferentes empaques después de 9 días de almacenamiento.

<p>T1-Empaque de Polietileno Biorientado</p> <p>13 días de almacenamiento 5°C</p>	<p>PEB R1</p> 	<p>PEB R2</p> 	<p>PEB R3</p> 
<p>T2-Empaque de Polipropileno</p> <p>13 días de almacenamiento 5°C</p>	<p>PP R1</p> 	<p>PP R2</p> 	<p>PP R3</p> 
<p>T3-Empaque de Polietileno Baja Densidad</p> <p>13 días de almacenamiento 5°C</p>	<p>PEC R1</p> 	<p>PEC R2</p> 	<p>PEC R3</p> 

A13. Apariencia general del loroco dentro de los diferentes empaques después de 13 días de almacenamiento.

<p>Apariencia general T1-PEB</p> <p>13 días almacenamiento 5°C</p>	<p>PEB R1</p> 	<p>PEB R2</p> 	<p>PEB R3</p> 
<p>Apariencia general T2-PP</p> <p>13 días almacenamiento 5°C</p>	<p>PP R1</p> 	<p>PP R2</p> 	<p>PP R3</p> 
<p>Apariencia general T3-PEBD</p> <p>13 días almacenamiento 5°C</p>	<p>PEC R1</p> 	<p>PEC R2</p> 	<p>PEC R3</p> 

A 14. Apariencia general del loroco fuera de los diferentes empaques después de 13 días de almacenamiento.