

Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria.

CRIA



MINISTERIO DE
AGRICULTURA, GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN

Licda. Ana Eugenia Villagrán Paiz

Tesista T.U. Mishel Alejandra Pérez Monroy



CADENA DE LOROCO

Estudio de cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco, (*Fernaldia pandurata* Woodson) para conservar sus propiedades sensoriales.





Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Citar este documento como:

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, Universidad de San Carlos de Guatemala. Zacapa, 79 pp.

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
CRIA	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
°C	Grados Celsius
pH	Grado de acidez o basicidad de una solución acuosa
Kg	Kilógramos
g	Gramos

ESTUDIO DE CINCO TÉCNICAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA FLOR DE LOROCO, (*Fernaldia pandurata* Woodson) PARA CONSERVAR SUS PROPIEDADES SENSORIALES.

Licda. Ana Eugenia Villagrán Paiz¹

Tesista T.U. Mishel Alejandra Pérez Monroy²

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto investigación consistió en el estudio de cinco técnicas de industrialización de flor de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson). Las técnicas que se ejecutaron fueron: sellado al vacío, sellado con atmósfera modificada, dip, pasta y pesto. Estas fueron sometidas a una temperatura constante de 45°C para evaluar la vida de anaquel por método acelerado, para determinar si existen cambios drásticos de las características sensoriales como: color, olor, textura y sabor; fisicoquímicas como: porcentaje de humedad, diferencia de peso y pH; y microbiológicas como: mohos y levaduras, durante un periodo de tiempo. La evaluación tuvo como objetivo identificar el medio que mantuviera y conservara mejor las características organolépticas y obtuviera mayor aceptabilidad general

El sellado al vacío y sellado con atmósfera modificada obtuvieron la mayor aceptabilidad tomando en cuenta sus características organolépticas, según el resultado de la evolución sensorial.

Finalmente se recomienda la técnica de sellados para la comercialización con las industrias de alimentos considerando que es de mayor aceptación así como que el productor posea Certificación de las Buenas Prácticas de Manufactura

STUDY OF FIVE TECHNIQUES FOR THE INDUSTRIALIZATION OF THE LOROCO FLOWER, (*Fernaldia Pandurata* Woodson) TO PRESERVE ITS SENSORY PROPERTIES

Licda. Ana Eugenia Villagrán Paiz¹

Tesista T.U. Mishel Alejandra Pérez Monroy²

SUMMARY

The present research project consisted of the study of five industrialization techniques of loroco flower (*Fernaldia pandurata* Woodson). The techniques that were carried out were: vacuum sealing, modified atmosphere sealing, dip, pasta and pesto. These were subjected to a constant temperature of 45 ° C to evaluate the shelf life by accelerated method, to determine if there are drastic changes in the sensory characteristics such as: color, smell, texture and flavor; physicochemical such as: percentage of humidity, difference in weight and pH; and microbiological such as: molds and yeasts, over a period of time. The evaluation aimed to identify the medium that best maintained and conserved the organoleptic characteristics and obtained the highest general acceptability.

Vacuum sealing and modified atmosphere sealing obtained the highest acceptability taking into account their organoleptic characteristics, according to the result of the sensory evaluation.

Finally, the sealing technique is recommended for commercialization with the food industries, considering that it is more widely accepted as well as that the producer possesses Certification of Good Manufacturing Practices

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Generalidades de la planta de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson)	3
2.2	Taxonomía	5
2.3	Uso de la florescencia actualmente en Zacapa	5
2.4	Contenido nutricional	5
2.5	Técnicas de industrialización para la conservación de las características sensoriales de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson)	6
2.5.1	Técnicas de envasado (al vacío y atmósfera modificada) para la conservación de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson).	7
2.6	Estudio de vida de anaquel o vida útil	17
2.6.1	Ensayos específicos	19
2.7	Análisis Sensorial	21
2.7.1	Pruebas de aceptabilidad.	22
2.8	Propiedades fisicoquímicas influyentes para prolongar la vida útil de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson)	25
2.8.1	Porcentaje de humedad.	25
2.8.2	pH	26
2.9	Propiedades microbiológicas influyentes para prolongar la vida útil de la flor de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson)	26
3.	OBJETIVOS	28
4.	HIPÓTESIS	29
5.	METODOLOGÍA	30
5.1.1	Monitoreo y observación de muestras.	30
5.2	Técnicas de muestreo	30
5.2.1	Colecta de muestras	30

5.3	Técnicas de recolección de datos	31
5.3.1	Preparación de las condiciones, dispositivos y materiales para los procesos de industrialización de la Flor de Loroco (<i>Fernaldia pandurata</i> Woodson).	31
5.3.2	Cálculo de las muestras	33
5.3.3	Aplicación de las técnicas de preservación	33
5.4	Técnicas de industrialización aplicadas:	33
5.4.1	Técnica de empaque al vacío	33
5.4.2	Técnica de empaque en atmosferas modificadas (AM).	33
5.4.3	Técnica por medio de emulsión, Dip de loroco.	34
5.4.4	Técnica de alta temperatura (Pesto de loroco).	34
5.4.5	Pasta fresca de loroco.	34
5.5	Técnica de análisis de datos	34
5.5.1	Análisis de la información	34
5.6	Análisis o evaluación sensorial	35
5.6.1	Análisis sensorial en tiempo de muestreos.	35
5.7	Instrumentos	35
5.7.1	Análisis con escala hedónica de aceptabilidad de producto	35
5.7.2	Porcentaje de humedad.	36
5.7.3	Grado de acidez o alcalinidad de una sustancia (pH)	36
5.7.4	Análisis microbiológicos	37
6.	PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
6.1	Análisis microbiológicos de los métodos de industrialización	38
6.2	Análisis de vida útil de los métodos de industrialización	41
6.3	Análisis de aceptabilidad	49
7.	CONCLUSIONES	56
8.	RECOMENDACIONES	57
9.	REFERENCIAS	58

9. ANEXOS	62
10. APENDICES	66

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Información nutricional de la flor de loroco.....	6
Tabla 2. Clasificación de Alimentos según la actividad del agua y los gases más adecuados para el Envasado.....	12
Tabla 3 Resultados Microbiológicos de métodos de industrialización de la flor de loroco	38
Tabla 4. Resultados de tiempo relación atributos para determinar vida de anaquel.....	42
Tabla 5 Codificación aleatoria de técnicas de preservación.....	50
Tabla 6 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de olor en las técnicas de industrialización.....	50
Tabla 7 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a olor en las técnicas de industrialización.....	51
Tabla 8 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de color en las técnicas de industrialización.....	51
Tabla 9 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a color en las técnicas de industrialización.....	52
Tabla 10 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de sabor en las técnicas de industrialización.....	53
Tabla 11 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a sabor en las técnicas de industrialización.....	53
Tabla 12 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de textura en las técnicas de industrialización.....	54
Tabla 13 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a textura en las técnicas de industrialización.....	54

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Boleta para prueba sensorial con escala hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de leches chocolatadas.	24
Ilustración 2. Curva de vida de anaquel en función del tiempo del pesto de loroco.....	45
Ilustración 3. Curva de vida de anaquel en función del tiempo de Dip de loroco	46
Ilustración 4. Curva de vida de anaquel en función del tiempo de la flor de loroco evasada al vacío.....	47
Ilustración 5. Curva de vida de anaquel en función del tiempo el loroco empacado en ATM	48
Ilustración 6. Comportamiento de % de humedad respecto al tiempo en condiciones aceleradas.....	49

1. INTRODUCCIÓN

El loroco es una planta nativa de Centroamérica por lo que se encuentra en diferentes partes de Guatemala; puede presentarse en forma silvestre, pero también forma parte de los huertos familiares, especialmente en la zona del oriente y sur oriente del país. La planta se encuentra en las zonas de vida del Bosque seco subtropical y del Monte espinoso subtropical, localizadas en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa. (Morataya, M. A., Rosales, C. A., Vásquez, E. S., 2018; Granados, L. E., Rosales, C. A., Duarte, J. M., 2019)

Del cultivo del loroco se aprovecha su flor y ésta se encuentra dentro de la dieta de los guatemaltecos siendo utilizada en muchos platillos típicos del país; dicha flor se consume especialmente durante el invierno, que es la temporada alta de producción. En esta época se produce una gran cantidad de loroco saturando el mercado local, generando una reducción significativa de su precio, provocando por consiguiente un decrecimiento en los ingresos y utilidad de los productores, agregando a éstos factores que esta flor es altamente perecedera.

Dicha problemática económica es la razón por la que se planteó en ésta investigación métodos de industrialización de la flor de loroco para la conservación de sus propiedades sensoriales, ya que, es altamente perecedera y codiciada. Fueron evaluados cinco métodos para conocer la vida útil y así sea comercializada en diferentes etapas del año ayudando a mejorar los ingresos de los productores de loroco de la región, deteniendo o retardando el deterioro de la flor de loroco y trabajando para la conservación de sus características sensoriales que materializan su valor como alimento muy codiciado en Guatemala y Centroamérica.

Los métodos de transformación a los que fue sometida la flor de loroco para esta investigación fueron: Métodos de envasados por atmósferas protectoras (Técnica de empaque al vacío y Técnica de preservación por atmósferas modificadas), Técnica de Dip o Dippingsauce, Técnica de Pesto y Técnica de pasta fresca, estas preparaciones

fueron sometidas a una temperatura constante de 45°C para evaluar la vida de anaquel por método acelerado, para determinar si existen cambios drásticos de las características sensoriales como: color, olor, textura y sabor; fisicoquímicas como: porcentaje de humedad, diferencia de peso y pH; y microbiológicas como: mohos y levaduras, durante un periodo de tiempo y así proponer si alguno de los cinco métodos de industrialización prolongará la vida útil de la flor de loroco, sin que se vean afectadas sus características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) mediante el Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (IICA-CRIA) en busca de apoyar la agricultura de la población consideró necesaria la realización de la presente investigación para estudiar cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco, para conservar sus propiedades sensoriales, a fin de identificar la vida de anaquel, características organolépticas para ser utilizadas por los agricultores o dentro de las industrias de alimentos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la planta de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson)

El loroco es una planta que se produce en países centroamericanos y parte de México, se considera un cultivo étnico, en Guatemala se produce principalmente en la región oriente, favorecido por las condiciones de altura ya que es cultivado a una altura menor a 1000 msnm (López & Chavez, 2018). En Guatemala, el cultivo se distribuye en las zonas semiáridas del oriente, específicamente en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Izabal y Jutiapa

Según Yac Juárez, (1993) al realizar un estudio sobre las características agroeconómicas del cultivo de Loroco, en las zonas muy secas y secas de los departamentos de El Progreso y Zacapa, puso de manifiesto las bondades de dicho cultivo, ya que es resistente a las sequías, se desarrolla en muchos tipos de suelos desde arcillosos hasta francos, así también se adapta a bajas altitudes. (Salazar Salguero, 2013).

En Guatemala el loroco es un cultivo que se ha mantenido y desarrollado en forma silvestre, lo cual incide en los precios del mismo, que de acuerdo a la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación en su informe “comportamiento de precios”, en los meses de invierno, el loroco, se encuentra en el mercado mayorista desde Q400.00 el quintal, hasta Q3, 000.00 en los meses de verano (López & Chavez, 2018).

Durante un estudio realizado en los huertos familiares de la zona semiárida de Guatemala, se observó que el loroco se encuentra presente en el 67.4% de éstos, para la obtención de estos datos se encuestaron a más de 750 personas de la zona semiárida de Guatemala. La cantidad de plantas de loroco observadas varía dependiendo del destino de la producción; por ejemplo, cuando se destina para autoconsumo, se observan pocas plantas de loroco creciendo sobre árboles de huertos familiares teniendo un área aproximada de 15 x 15 mt^2 .

Por el contrario, cuando los productos se destinan a la venta, se encuentra áreas aproximadas 80 hectáreas de cultivo de loroco; en diferentes departamentos donde se cultiva la flor de loroco éstas son sometidas a manejo agronómico, el cual consiste en la aplicación de riego, podas y establecimiento de tutores. (López & Chavez, 2018)

El cultivo de loroco a nivel comercial es relativamente nuevo en relación a otros y publicado del tema es poco, existiendo aspectos básicos del cultivo y de la flor que se desconocen. El loroco es un producto altamente perecedero, pero se ha dado un enfoque especial a las diferentes formas de preservar dicho cultivo, para alargar su durabilidad y desarrollar nuevos productos alimenticios. (López & Chavez, 2018).

El loroco es una planta codiciada por sus propiedades organolépticas ya que proporciona un aroma y sabor exquisito, así como único a los platillos que se preparan con la flor de esta planta. El loroco se incluye en muchos platillos tradicionales guatemaltecos y es un ingrediente primordial de la dieta en el oriente del país.

La flor del loroco es la parte aprovechable de la planta, incluso en algunos lugares se consume en forma de té, la época en la que la planta produce su flor es de mayo a noviembre, aunque aplicando riego se puede producir el resto del año sin problemas.

La flor de loroco es altamente perecedera, lo que quiere decir que tiene una vida útil muy corta o se descompone fácilmente todo esto debido a sus características de textura y humedad; por lo tanto, de manera cotidiana la flor de loroco permite refrigerarse dentro de una bolsa plástica y así durar y conservarse durante una semana.

Existen varios métodos de industrializar el loroco para conservar y preservar sus propiedades culinarias y sensoriales, siendo estos el refrigerado, congelado, crio génesis, deshidratado y salmuera (López & Chavez, 2018).

En la actualidad y en el país el cultivo del loroco se ha incrementado y es necesario desarrollar nuevos productos alimenticios o formas de conservar y preservar la flor de dicho cultivo ya que durante la temporada de cosecha hay una sobredemanda de loroco y

se vuelve caro realizar la cosecha perdiendo gran cantidad de loroco y disminuyendo así las ganancias de las personas que la cultivan.

Desarrollando nuevos métodos para preservar la flor del loroco se hace posible la disponibilidad de la flor por todo el año y un alza de la economía de la población que la cultiva al darle un valor agregado al loroco como materia prima transformando ésta en productos que sean viables para su comercialización.

2.2 Taxonomía

Su nombre científico es *Fernaldia pandurata* de la familia Apocynaceae, en Guatemala se puede encontrar también una variación del loroco llamada *Fernaldia brachypharynx* (Woodson). La primera es cultivada en Guatemala, Escuintla, Baja Verapaz y Sacatepéquez. La segunda se cultiva en Zacapa, Baja Verapaz, Escuintla, El Progreso, Santa Rosa, Jutiapa y Chiquimula. (Pinzón C. T., 2010)

2.3 Uso de la florescencia actualmente en Zacapa

El loroco, es una planta enredadera (bejuco) que florece de manera permanente, y su flor es comestible y rica en nutrientes. Es uno de los ingredientes principales de la cocina típica de Zacapa, especialmente de las pupusas, caldos y tamales.

La flor de loroco contiene vitaminas A, B y C, además de calcio y hierro. Es baja en calorías y gracias a su alto contenido de fibra posee propiedades espasmódicas, lo que actúa como un componente relajador para los consumidores de la región. (Pinzón C. T., 2010)

2.4 Contenido nutricional

Según estudio realizado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal –CENTA, sobre la composición química de la flor de loroco en fresco, la cual se encuentra plasmado en el documento “Guía técnica del cultivo de loroco”, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Información nutricional de la flor de loroco

*CONTENIDO NUTRICIONAL DEL LOROCCO POR CADA
100 GRAMOS DE FLOR*

Muestra	Contenido
Valor energético	32 calorías
Humedad	89.20 gramos
Proteínas	2.6 gramos
Grasa	0.2 gramos
H de	1.4 gramos
Cenizas	1.2 gramos
Calcio	58 miligramos
Fósforo	46 miligramos
Hierro	1.1 miligramo
Vitamina a activada	55 miligramos
Tiamina	0.64 miligramos
Riboflavina	0.11 miligramos
Niacina	2.3 miligramos
Ácido ascórbico	12 miligramos

Fuente: Guía técnica del cultivo de loroco (CENTA). Ministerio de
Agricultura de El Salvador

2.5 Técnicas de industrialización para la conservación de las características sensoriales de la flor de loroco

La flor de loroco es altamente perecedera y delicada ya que se estima que a temperatura ambiente su duración es de tres días en promedio en estado “fresco”, en condiciones de refrigeración (temperatura de 8°C a 4°C) tarda una semana estado “fresco” y en condiciones de congelación (temperatura de 0°C a -4°C) tarda un mes o dos y medio en estado de frescura dependiendo de los procesos que se le dé a la flor de loroco previo al congelamiento (descongelado), por esta situación y por lo rentable que es el cultivo del loroco, los productores se ven en la necesidad de desarrollar nuevos métodos para

preservar y conservar las propiedades sensoriales de la flor de loroco. (Barrios Martinez, 2007)

La preservación y conservación de las propiedades sensoriales de la flor de loroco trató de mantener en sí la flor de loroco en un estado aceptable para su posterior utilización, y también el crear productos en los que se utilice la flor de loroco como ingrediente mayoritario dándole un valor agregado posterior a un procesamiento y así su comercialización en el mercado local o externo aún en los meses de baja producción del loroco.

2.5.1 Técnicas de envasado (al vacío y atmósfera modificada) para la conservación de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la flor de loroco.

2.5.1.1 Métodos de envasados por atmósferas protectoras.

Para mantener a los alimentos de manera fresca y prolongar su vida útil evitando el uso de aditivos alimentarios se recurre al uso de distintos métodos de envasado, los más utilizados son:

- Envasado al Vacío: donde simplemente se elimina el aire dentro del empaque.
- Envasado en Atmósferas Controladas: la composición del gas que rodea al alimento se mantienen constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado normalmente son cámaras controladas.
- Envasado en Atmósferas Modificadas: la composición de gases que rodean al alimento se ajusta al principio del almacenamiento, generalmente en el momento de envasar el alimento y no se vuelve a modificar. (López Alonso R.)

2.5.1.2 Técnica de empaque al vacío.

El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire dentro del envase, sin que sea remplazado por otro gas. Este método de envasado se emplea actualmente para distintos tipos de productos: carnes frescas, carnes curadas quesos, frutas y hortalizas. En menor medida se utiliza en panadería otros productos con una consistencia blanda, ya que

la aplicación de vacío puede provocar una deformación física en el producto. (López Alonso R.).

El empaçado al vacío es el método más simple y común de modificar la atmósfera interna de un envase, en donde el producto se coloca en un envase formado con una película de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra el envase. El envase sin aire, se pliega (colapsa) alrededor del producto, puesto que la presión interna es muy inferior a la atmosférica. (Torralba Gonzales, 2013)

El proceso implica el envasado del producto o materia prima en una película de baja permeabilidad al oxígeno luego se realiza la evacuación del aire, por medio de una máquina de envasado al vacío en la cual con unas buenas condiciones de realización del vacío la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 1%. Debido a las propiedades de barrera en la película empleada, se limita la entrada de oxígeno desde el exterior. (Torralba Gonzales, 2013)

A diferencia de otros productos perecederos refrigerados que están envasados al vacío, las frutas y hortalizas frescas continúan respirando después de ser recolectadas y en consecuencia cualquier empaquetado posterior debe tener en cuenta esta actividad respiratoria. La respiración es un fenómeno bioquímico muy complejo según el cual los carbohidratos, polisacáridos, ácidos orgánicos y otras fuentes de energía son metabolizados en moléculas más simples con producción de calor. (Torralba Gonzales, 2013)

El propósito del empaçado es contener al alimento y brindar protección contra daños causados por microorganismos vivos y/o patógenos, calor, absorción o pérdida de humedad y oxidación. Resguardando al fruto a lo largo de la producción, almacenamiento y distribución.

La pérdida o absorción de humedad es uno de los factores más importantes en la vida útil de los frutos. Hay un microclima dentro del empaque, el cual se da por la presión de vapor, la humedad en el alimento, la temperatura de almacenamiento y la permeabilidad del material de empaçado. El control del intercambio de humedad es necesario para prevenir el deterioro por microorganismos o enzimas. (Torralba Gonzales, 2013)

En los productos envasados al vacío, en los que estos siguen evolucionando, al continuar con sus actividades respiratorias se produce una disminución del porcentaje de oxígeno, con lo que aumenta el vacío y se produce un aumento en la concentración de dióxido de carbono y vapor de agua. Otro de los inconvenientes que puede presentar este tipo de envasado es la acumulación de exudado en el propio envase. (López Alonso R.).

La vida útil de un producto alimenticio depende de su respiración y del estado de madurez en el cual se encuentre. A su vez la madurez de un producto depende del cambio en sus características fisicoquímicas (pH, acidez, contenido de azúcares y humedad). La respiración de frutas y hortalizas empacadas en atmósferas ligeramente modificadas se ve afectada por numerosas propiedades intrínsecas de los productos frescos, así como por factores externos. Dentro de las propiedades intrínsecas que ayudan a dar un mejor manejo de los frutos empacados al vacío y que favorecen su conservación por tiempos prolongados se tienen: intensidad de respiración, transpiración, pH, actividad del agua, estructura biológica. Dentro de los factores externos que intervienen en la conservación de los frutos se tienen: recolección, la manipulación, maquinaria y temperatura del fruto (Torralba Gonzales, 2013).

2.5.1.3 Técnica de preservación por atmósferas modificadas (AM).

Es una técnica de conservación de los alimentos física, la cual no deja residuos químicos en los alimentos y está referida a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente al del aire normal. (Giraldo Gómez, 1999)

El envasado en atmósferas modificadas (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. La AM se diferencia de la atmósfera controlada (AC) en el grado de control de la atmósfera interna del envase, pues en AC las concentraciones de gases son más precisas, tienen un sistema de control más exacto y se emplean para conservar a los productos hortofrutícolas por largos períodos de tiempo, puede ser AC directo en envase o en cámara o cuarto con AC. (INTAGRI S.C.)

El envase en atmósfera modificada reduce el paso de oxígeno (O_2) hacia el producto, generando un vacío, lo que provoca un incremento en los niveles de dióxido de carbono (CO_2) dentro del envase; el envasado en AM también evita que se almacene humedad en la superficie y absorbe gases como el etileno.

El envasado en AM implica la eliminación del aire interior del envase y sustituirla por una mezcla de gases específicos, la cual está en función del tipo de producto alimenticio a envasar.

Esta atmósfera interna se va modificando de acuerdo a la respiración del producto, cambios bioquímicos y la lenta difusión de los gases fuera del envase y así mantener y controlar mejor las reacciones químicas, enzimáticas y microbianas evitando o minimizando las principales degradaciones que se producen durante el periodo de almacenamiento. (INTAGRI S.C.).

En la técnica del envasado en atmósfera modificada (EAM) se deben tener en cuenta cuatro componentes básicos: el envase empleado, la mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado; todos ellos condicionados a su vez por la naturaleza del producto a envasar.

La composición que normalmente del aire utilizado en el EAM es del 21% de oxígeno (O_2), 78 % de nitrógeno (N_2) y menos del 0,1 % de dióxido de carbono (CO_2). En casos muy exclusivos se modifica el gas según los cuatro componentes mencionados anteriormente. (Giraldo Gómez, 1999)

El (CO_2) es un gas altamente soluble en agua y con propiedades bacterioestáticas y fungiestáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas. El (CO_2) actúa alargando la fase vegetativa del crecimiento microbiano. El dióxido de carbono no es totalmente inerte y puede influir sobre el color, la consistencia y otros atributos de la calidad de las hortalizas.

Las concentraciones de (CO_2) están comprendidas entre el 20 y 60% en el EAM, siendo más efectiva su acción a bajas temperaturas. En el envasado en atmósfera modificada se

procura reducir al máximo el contenido en oxígeno para disminuir el deterioro de los productos por oxidación. (López Alonso R.)

El nitrógeno (N_2) se caracteriza por ser un gas inerte y muy poco soluble en agua y grasas, lo que lo convierte en un producto ideal para la conservación de alimentos. La utilización del (N_2) evita el colapso de los envases en aquellos casos en los que el producto absorbe (CO_2) por sus características, el nitrógeno se utiliza para sustituir al oxígeno del interior del envase y evitar problemas oxidativos en productos de alto contenido de grasas. (López Alonso R.)

El dióxido de carbono junto con N_2 se usa en el envasado de frutas, quesos y platos precocidos; en general se utiliza en la conservación de productos alimenticios cuyo contacto con el O_2 es perjudicial (carnes, vinos, etc.).

El oxígeno (O_2) favorece el crecimiento de organismos aerobios y el enrarecimiento de algunos productos; sin embargo, en casos muy concretos la presencia de oxígeno no solo es conveniente sino necesaria (carne fresca). (López Alonso R.)

El oxígeno en combinación con N_2 y CO_2 , mantiene la frescura y el color de las carnes rojas y algunos pescados, entre sus propiedades es un gas en condiciones normales (20 °C y kg/cm^2 de presión), incoloro, inodoro e insípido, a presión atmosférica y temperaturas inferiores a $-183^\circ C$ es transparente y con un ligero color azul claro, es un elemento químico que se necesita para que tengan lugar las reacciones biológicas de los organismos, constituye el 20.94 % del aire, el oxígeno sostiene el metabolismo y respiración de frutas y vegetales previene el crecimiento de microorganismos anaeróbicos productores de toxinas y no es tóxico, el oxígeno es poco soluble en agua es químicamente activo y se combina con otros elementos y compuestos en reacciones exotérmicas, su presencia es imprescindible para que tenga lugar la combustión de los cuerpos, mantiene el color de la carne fresca, oxida las grasas y aceites dando lugar a sabores y olores rancios. (Giraldo Gómez, 1999)

La composición normal del aire utilizado en AM produce un efecto individual o combinado para mantener la calidad de los alimentos, permiten la conservación del

producto en estado fresco sin tratamientos químicos o térmicos utilizados en otras técnicas de conservación, o bien se utiliza conjuntamente con estas técnicas para prolongar y garantizar un mayor periodo de conservación. (Pinto Nicolás, 2016)

El tipo de gas o mezcla de gases recomendados para envasar alimentos se clasifican en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de Alimentos según la actividad del agua y los gases más adecuados para el Envasado

<i>Actividad del agua</i>	<i>Productos</i>	<i>Alteraciones</i>	<i>Envasado</i>
Baja	Café, snacks, frutos secos deshidratados	Oxidaciones	N_2
Media	Embutidos pre-cocidos panadería, quesos, pasta/pizzas	Oxidación Mohos (bacterias)	$N_2 + CO_2$
Alta	Carne fresca pescado productos vegetales	Bacterias	$N_2 + CO_2 + O_2$

Fuente: (R .López Alonso, NF), 2019

La mezcla de gases: Generalmente se utilizan tres tipos de mezclas:

- Tipo I: Generalmente la suma de O_2 y CO_2 es del 21% y los rangos para CO_2 oscilan entre el 5 y el 9% y para el O_2 entre el 12 y el 16%. El balance se realiza con nitrógeno 79%.
- Tipo II: Tanto el nivel de oxígeno como de CO_2 oscilan entre un 2 y 5%.
- Tipo III: El O_2 es escaso entre el 1 y 2% y el CO_2 menor del 2%, se utiliza para productos particularmente sensibles al CO_2 .

Los factores que afectan a la intensidad de los procesos de conservación, así como las condiciones de manipulación y comercialización, deben ser considerados para diseñar las características del sistema “producto-envase-entorno”. Por ello, para efectuar el envasado en atmósfera modificada, debe seleccionarse una película polimérica con características de permeabilidad adecuadas. (Pinto Nicolás, 2016)

El empleo de películas protectoras de diferente permeabilidad dará lugar a la formación de atmósfera de equilibrios distintos y, por tanto, la evolución de los frutos también será

diferente. La envoltura individual de los frutos, verduras y hervas cortadas con una película retráctil conforma una segunda lámina externa de protección y una micro - atmósfera alrededor del fruto. Esta barrera evita la pérdida de humedad, protege frente a la propagación de podredumbres y mejora las condiciones higiénicas en la manipulación. (Pinto Nicolás, 2016).

Las frutas, verduras y hierbas crudas cortadas son organismos vivos que respiran, algunos realizan la fotosíntesis. Al cortarlos se aumenta la actividad respiratoria por efecto de la superficie de contacto, aquí se puede provocar crecimiento bacteriano, y se activan las reacciones enzimáticas. Una atmósfera adecuada combinada con refrigeración retrasa el proceso de respiración. La mezcla de gases y el material de envase adecuado se deben estudiar para cada producto en particular. (Giraldo Gómez, 1999)

Después de la conservación refrigerada, el EAM es considerado el segundo método más efectivo para extender la vida útil de productos mínimamente procesados. No obstante, se reconoce que el EAM no puede reemplazar a un adecuado control de la temperatura, y la modificación de la temperatura es el factor más importante en controlar la respiración. (Piagentini, 1999)

2.5.1.4 Técnica de Dip o Dippingsauce.

DIP o Dipping sauce es un preparado húmedo o cremoso utilizado para remojar un alimento con el objetivo de aportarle otros sabores agradables, así como incrementar su valor nutricional. La traducción de su nombre significa baño o chapuzón.

El DIP no es una salsa, ya que a diferencia de éstas no se vierte sobre una comida, sino que la comida fundamentalmente porciones sólidas de esta se sumergen en estas impregnándolas de la crema. (Arteaga Peñafiel, 2015)

En el DIP se sumerge un trozo de alimento para cubrirlo y agregarle así jugosidad, untuosidad y sabores nuevos. La base de un DIP es generalmente un elemento graso (queso crema, manteca, crema de leche, mayonesa, aceite), un elemento acuoso (jugo de limón, de lima, de naranja, de tomates), así como una pasta hecha con verduras, frutas y/o legumbres, en este caso loroco. (Arteaga Peñafiel, 2015)

Existen una serie de pasos tecnológicos que son imprescindibles para elaborar un DIP tanto sea a nivel industrial como en la actividad gastronómica, cuando se seleccionan los materiales a utilizar y éstos provienen de la actividad agrícola, como son los casos de los vegetales, hortalizas y otros productos como los condimentos, frutas, entre otros. Los procesos principales de operaciones consisten en la selección de la mejor materia prima por medio de inspección, el lavado, una segunda selección, pelado, trozado o molienda, y escaldado.

De forma general, la materia prima tiene que ser procesada lo antes posible (entre 4 y 48 horas después de la cosecha) de manera de evitar el deterioro, pues la calidad del DIP depende de la calidad de sus componentes. Estas operaciones preliminares se requieren para procesar todas las frutas, hortalizas y hierbas a utilizar en el proceso productivo. (Arteaga Peñafiel, 2015).

2.5.1.5 Técnica de Pesto.

Entre el proceso de la técnica del pesto se utiliza la aplicación de altas temperaturas y dicha aplicación se utiliza como medio para conservar alimentos. En las técnicas de conservación de alimentos por altas temperaturas se encuentran, las salsas, jaleas, mermeladas, pestos, salmueras, etcétera; cuando se procesan alimentos con aplicación de altas temperaturas dentro de la cadena proceso se realizan la esterilización o pasteurización de los envases (antes de envasar) y producto terminado para evitar así que el pesto, salsas y demás productos no se contaminen; así mismo es de suma importancia tener el conocimiento de los envases comúnmente utilizados en las técnicas de aplicación de calor para someter al producto final a los procesos de esterilización o de pasteurización, los envases más utilizados son las latas de diversas dimensiones, frascos y /o botellas de vidrio, frascos y/o botellas plásticas, tetrabrik, y tipos de envases inocuos que cumplan con la misma función de resistencia ya que la finalidad de los procesos de esterilización o de pasteurización es de eliminar cualquier tipo de carga microbiana que pueda contaminar el producto final, en dicho caso el pesto de loroco.

La esterilización, como método de conservación se aplica a cualquier producto que haya sido pelado, trozado o sometido a otro tratamiento de preparación, provisto de un envase adecuado y sellado en forma hermética de forma tal que se evite la entrada de oxígeno (como fuente que permitirá la proliferación posterior de microorganismos). El envase debe presentar condiciones de vacío para asegurar la calidad del producto. Los productos que pueden ser sometidos al proceso de conservación por esterilización comercial son muy variados. (León García, 2013)

Productos de baja acidez como la mayoría de las hortalizas, pueden estar contaminadas con el microorganismo *Clostridium botulinum* y este producir la toxina botulínica, que es altamente mortal en el ser humano, durante el almacenaje.

Por esta razón no es aconsejable procesar hortalizas de baja acidez en condiciones domésticas o artesanales que no permitan un adecuado control del proceso de temperatura y/o acidez.

Con respecto a la pasteurización, su aplicación es fundamental en productos como pulpas, jugos, salsas y pestos. La misma consiste en un tratamiento térmico menos drástico que la esterilización, pero una temperatura suficientemente alta que permite inactivar los microorganismos causantes de enfermedades, presentes en los alimentos. Mediante la pasteurización, se inactivan la mayor parte de las formas vegetativas de los microorganismos, pero no se logra inactivar sus formas esporuladas, por lo que este proceso resulta adecuado solamente para una conservación por corto tiempo. La pasteurización favorece la inactivación de las enzimas que pueden causar deterioro en los alimentos. Al igual que en el caso de la esterilización, la pasteurización se realiza a partir de una adecuada combinación entre tiempo y temperatura.

El pesto (se pronuncia en idioma ligur: /'pestu/) es un condimento o salsa típica originaria de la Liguria (Italia), lo que caracteriza esta “salsa” es su consistencia espesa con un molienda media. Su ingrediente principal es la albahaca (*Ocimum basilicum*) o mejor, albahaca genovesa (en lengua ligur *baxeicò* [bazei'kɔ] o *baxaicò* [baza'i'kɔ]). Además de la albahaca, se muelen piñones y ajo, todo ello aderezado con queso parmesano y/o queso de oveja (pecorino, dependiendo de las tradiciones locales), y aceite de oliva. (Dickie, 2015)

La palabra «*pesto*» viene del genovés *pestare*, que significa machacar o moler en un mortero, que es la forma en que tradicionalmente se prepara esta salsa. Los pestos industriales que se venden en botes sustituyen la mayor parte del aceite de oliva por requesón y proteínas de leche. En el envase, además, se aconseja diluir la salsa en leche. El resultado suele ser una especie de bechamel líquida, ligeramente verde o de color salmón, que poco tiene que ver en sabor y textura con los pestos caseros. (Dickie, 2015)

2.5.1.6 Técnica de pasta fresca.

Las pastas alimenticias son productos obtenidos por la desecación de una masa no fermentada elaborada con sémolas o harinas procedentes de trigo durum, trigo semiduro o trigo blando o sus mezclas y agua potable. La harina de papa o la harina de maíz (producto de la molienda seca del grano de maíz) son ingredientes alternativos que se usan en la elaboración de gnocchi, o en los productos libres de gluten, respectivamente. (Valencia Club Cocina, 2012)

El huevo, la espinaca o el tomate, el loroco o cualquier otro ingrediente que aporte sabor, colores, texturas y las vitaminas pueden ser ingredientes adicionales. La pasta es un alimento simple, sobre todo cuando se elabora en la cocina o en el restaurante y se sirve después de la cocción, con un corto tiempo de preparación. El arte de la pasta comprende desde las sofisticadas técnicas industriales hasta su elaboración en la cocina. El resultado de la sofisticación es un producto simple con pocos ingredientes, como el que se elabora artesanalmente, pero las técnicas se aplican para producir un amplio rango de formas y tamaños, además de mejorar la estabilidad con un producto seco que tiene una larga vida útil. (Valencia Club Cocina, 2012)

La pasta puede clasificarse, de acuerdo al contenido de humedad final en el producto, en pasta fresca (Humedad final (Hf) $\geq 24\%$), pasta estabilizada ($24\% < Hf \leq 20\%$) y pasta seca ($Hf \leq 12,5\%$). Sin embargo, aunque es uno de los más comunes, no es el único criterio de clasificación. Pueden clasificarse según los ingredientes utilizados como: pasta de sémola, pasta al huevo, pasta especial (enriquecida con tomates, espinaca u otros vegetales, etc.), pasta rellena (rellena con carne, pescado, vegetales, etc.), pasta dietética (enriquecida

con minerales, vitaminas, etc.) o pasta libre de gluten (de maíz, arroz, pseudocereales, etc.); según el procesamiento, como pasta extruida o laminada; según la forma como larga o corta, etc. (Mora Guzman, 2012)

En general, las pastas frescas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Pastas Alimenticias Simples o Pastas Alimenticias: están elaboradas con sémola de trigo duro (*Triticum durum*), semiduro, blando o sus mezclas. Las elaboradas exclusivamente con sémola de trigo duro se clasifican como de ‘calidad superior’.
- Pastas alimenticias compuestas: son aquellas en cuya elaboración incorporan alguna de las siguientes sustancias: gluten, soya, huevos, leche, hortalizas, verduras y leguminosas naturales, desecadas o conservadas, jugos y extractos.
- Pastas alimenticias rellenas: son pastas simples o compuestas que contienen en su interior un preparado elaborado con todas o algunas de las siguientes sustancias: carne, grasas, hortalizas, productos de pesca, verduras, huevos y agentes aromáticos.
- Pastas alimenticias frescas: cualquiera de las anteriores sin proceso de desecación. (Mora Guzman, 2012)

2.6 Estudio de vida de anaquel o vida útil

La Vida Útil de un alimento es el periodo de tiempo contado a partir de la elaboración del alimento durante el cual conserva una calidad aceptable para su consumo.

La vida útil de un alimento representa el periodo de tiempo durante el cual el alimento en cuestión:

- Se mantiene apto para su consumo (seguro e inocuo).
- Mantiene las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente definidos como aceptables. (Orellana, 2007)

El objetivo principal de un estudio de vida útil es determinar el tiempo en el que un producto puede mantenerse sin sufrir algún cambio significativo en su calidad e inocuidad.

Influyen diversos factores, ente los cuales destacamos:

- Propiedades y composición del alimento
- Procesos a los que se ve sometido
- Formato y envase en el cual se comercializa
- Condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad, etc.)

El deterioro de un alimento se refiere a procesos químicos o microbiológicos que hacen de un producto no saludable o aún tóxico. El crecimiento microbiano requiere de un mínimo de actividad de agua –Aw-, el cual, en adición a un óptimo pH, temperatura y otros factores, influyen el crecimiento de microorganismos. (Orellana, 2007)

El análisis general de vida útil del producto involucra el estudio de los componentes y la selección de las vías de deterioro, que pueden ser por alteraciones propias del alimento o por cambios que están relacionados con el envase. (Giraldo Gómez, 1999)

El siguiente paso consiste en especificar el nivel donde la calidad del producto se toma inaceptable, bien sea por políticas de calidad de la empresa o por normas oficiales de calidad. Una vez definidas las vías de deterioro se deben determinar las técnicas de análisis por las cuales se va a estudiar la variable que determina la vida útil del producto; esto puede hacerse por métodos fisicoquímicos y/o sensoriales de evaluación. (Giraldo Gómez, 1999)

Finalmente, se procede al almacenamiento y estudio de las unidades. Para este fin, las muestras deben ser almacenadas bajo condiciones que simulen las de almacenamiento y distribución del alimento. Para alimentos estables a temperatura ambiente, deben buscarse espacios que mantengan los niveles de humedad y temperatura ambiente requeridos pues el laboratorio generalmente mantiene temperaturas más altas que las normales. (Giraldo Gómez, 1999)

Los alimentos que resulten afectados por la permeabilidad del empaque, deben almacenarse en ambientes con humedad relativa controlada, similar a las condiciones

donde va ser distribuido. Para simular las condiciones de almacenamiento los productos con destino a climas tropicales, deberá tenerse en cuenta la temperatura de tales sitios, debido a que ésta acelera los cambios químicos. (Giraldo Gómez, 1999)

En los estudios de vida útil se encuentran los que se desarrollan a condiciones normales de almacenamiento y los que se controlan dichas condiciones con el fin de acelerar el deterioro. En los estudios de vida útil acelerada no es necesario esperar que transcurra el tiempo de utilidad del producto; por lo que se puede conocer su caducidad en un tiempo más corto, esto facilita el desarrollo de nuevos productos o la modificación de uno ya existente para que salgan más rápidamente al mercado. (Castellanos, 2016)

2.6.1 Ensayos específicos

2.6.1.1 Estudios de durabilidad a tiempo real.

Este tipo de estudio consistió en mantener al alimento en las condiciones previstas para su almacenamiento y puntos de comercialización, principalmente la temperatura.

Permitió determinar a distintos tiempos el atributo crítico de calidad hasta llegar al valor límite. Los principales atributos de los alimentos son: pH, color, aspecto envase, olor, humedad, desarrollo microbiano, nivel de *Listeria monocytogenes*, oxidación de las grasas, etc. Normalmente se reproducen las peores condiciones en las que puede enfrentarse el alimento adaptando dichas condiciones a las condiciones de almacenamiento y comercialización.

Tipología de producto aplicable: perecederos. Siendo también necesario en nuevos productos y producto de larga duración que no dispongan de histórico de datos y/o proceso. (AGQ Labs España Agroalimentaria, 2015)

2.6.1.2 Estudio acelerado

Este tipo de estudios de vida de anaquel consistió en almacenar los alimentos en unas condiciones forzadas, analizándolos de forma periódica hasta su alteración a límites

sensoriales inaceptables y finalmente usando los resultados obtenidos para extrapolar la evolución en las condiciones aceleradas, a las condiciones habituales de almacenamiento. (Castellanos, 2016)

Estas condiciones a las que se sobreexpone el alimento nos permite obtener resultados en productos de larga duración en un corto periodo de tiempo, lo que conlleva una reducción de los tiempos de respuesta y costes.

Este modelo de estudio pretende determinar la vida útil del producto mediante métodos predictivos basados en el estado de conservación del producto (conservas de origen vegetal) que describen el crecimiento microbiano bajo condiciones específicas de temperatura mediante una previa incubación a 31°C durante 30 días y a 44° durante 10 días. Además del seguimiento y estudio del comportamiento microbiológico del producto, se realiza un seguimiento del valor sensorial y evaluación de los atributos de cata periódicamente.

Los cambios físicos de los alimentos pueden ser definidos como aquellas propiedades que pueden ser cuantificables y descritas; incluyendo atributos geométricos, térmicos, hidrodinámicos, textura, de color entre otros. Muchas de estas propiedades deben ser contempladas en el diseño y aplicación del envase según las necesidades del producto; la variación de la vida útil será dependiente de las características del envase. (Castellanos, 2016)

Por otro lado, los cambios producidos por microorganismos pueden ser deseados o indeseados y son de especial cuidado cuando hay presencia de microorganismos patógenos, estos cambios toman lugar cuando se permite el desarrollo de los mismos y en un sistema de envase cerrado cambian la composición gaseosa interna y promueven más reacciones metabólicas. (Castellanos, 2016)

Los resultados finales obtenidos darán el tiempo de vida útil que tiene el producto y de esta forma saber si el alimento es seguro y tiene la calidad esperada. (AGQ Labs España Agroalimentaria, 2015)

Existen tres principales factores que se utilizan para acelerar las reacciones de degradación en los alimentos.

- La temperatura puede ser incrementada dentro de ciertos límites por arriba de las condiciones comunes de almacenamiento, siendo los rangos típicos, para productos congelados (-6 a 0 °C), para productos refrigerados (7 a 10 °C) y (29 a 49 °C) para productos almacenados a temperatura ambiente.
- La humedad relativa del aire puede ser utilizada para acelerar el deterioro del producto si el empaque permite la entrada de la misma hacia el producto, las condiciones aceleradas dependerán de las condiciones típicas de almacenaje y el contenido de humedad del producto.
- El efecto de la luz en el producto puede ser acelerado extendiendo el tiempo o intensidad de exposición, si el empaque es totalmente oscuro, resulta innecesario evaluar el efecto de la luz a menos que se considere el deterioro del empaque como tal. (Orellana, 2007)

Para lograr calcular la vida útil en cualquiera de los casos evaluando los cambios físicos o microbiológicos debe existir un índice de falla de cada atributo, estos atributos de calidad deben indicar que los alimentos ya no son aceptables para el consumidor. Un índice de falla puede ser el desarrollo de sabores rancios en cereales, pérdida de color rojo en bombones, la pérdida de CO_2 en gaseosas, el desarrollo de podredumbres o según la prioridad para el productor. Al estar definido el atributo se debe establecer y cuantificar la magnitud de la degradación en particular; con lo anterior es posible aplicar los modelos matemáticos para la predicción de vida útil. (Castellanos, 2016)

2.7 Análisis Sensorial

La Evaluación Sensorial se define como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Alarcon, 2005)

La Evaluación Sensorial de los alimentos es importante, ya que depende de ésta el éxito de un producto alimenticio nuevo en el mercado; la Evaluación Sensorial también está

relacionada con el control de calidad y con otras actividades de la industria alimenticia, por lo que es una herramienta básica, que permite la identificación, medición, análisis e interpretación hacia las características de los alimentos. La Evaluación Sensorial puede ser determinada por panelistas o colaboradores dependiendo la finalidad de la evaluación sensorial, y es utilizado para caracterizar y establecer diferencias con respecto a los atributos sensoriales o la preferencia de los productos y de esta manera establecer su posible aceptabilidad por parte de los consumidores. (Alarcon, 2005)

2.7.1 Pruebas de aceptabilidad.

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (hedónicas) son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales.

Se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo permiten medir cuánto agrada o desagrade dicho producto. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo). Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar pruebas de ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de comparación pareada.

A continuación, se presentan dos tipos de pruebas ampliamente utilizadas:

- Prueba de aceptabilidad por ordenamiento
- Prueba hedónica (escala categorizada de nueve puntos)

Las pruebas escalares o de aceptabilidad de tipo afectiva son las que se utilizan con el propósito de conocer el nivel de agrado o desagrado de un producto, esto es en qué medida el mismo gusta o no. Estas pruebas tienen gran aplicación práctica, de manera general son fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importantes con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación, etc. (Mánfugas, 2007)

2.7.1.1 Prueba hedónica (escala de nueve puntos).

La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos, aunque también existen variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos o la escala gráfica de cara sonriente que se utiliza generalmente con niños. La escala de 9 puntos es una escala bipolar. Desde su

invención en la década de 1,940 se ha utilizado extensamente en una amplia variedad de productos y con un éxito considerable. (Ramírez-Navas, 2012)

En general cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado, que, en vez de orientar al consumidor, más bien le origina confusión, de ahí que las más empleadas sean las escalas bipolares de 7 puntos. (Mánfugas, 2007)

Para realizar la prueba pueden presentarse una o varias muestras para que sean evaluadas por separadas según la naturaleza del estímulo, no obstante, se ha comprobado que el juez tiende a hacer comparaciones entre las muestras y sus respuestas están condicionado a ello, de ahí que, si desea tener un criterio de aceptación totalmente independiente para cada muestra analizada, deba presentarse cada una en sesiones de evaluación diferentes. (Mánfugas, 2007)

A los panelistas se les pidió evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrado cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Cabe resaltar que la escala puede ser presentada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente y se utilizó para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos. En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra. Las muestras se codificaron con números aleatorios de tres dígitos y podían ser de tres muestras simultáneas o una única muestra. Si la evaluación es de tres muestras el orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o de ser posible, balanceado. (Ramírez-Navas, 2012)

En la ilustración número 1 que se presenta a continuación se da un ejemplo de boleta para prueba hedónica.

Ilustración 1. Boleta para prueba sensorial con escala hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de leches chocolatadas.

Nombre: _____
Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de leche chocolatada. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Fuente: (Ramírez-Navas, 2012), 2019

Para el análisis de los datos, los puntajes numéricos para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza (ANOVA) con la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En el análisis de varianza (ANOVA), la varianza total se divide en varianza asignada a diferentes fuentes específicas. La varianza de las medias entre muestras se compara con la varianza de dentro de la muestra (llamada también error experimental aleatorio). Si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. La varianza correspondiente a los panelistas o a otros efectos de agrupación en bloque, puede también compararse con el error experimental aleatorio. (Ramírez-Navas, 2012)

2.8 Propiedades fisicoquímicas influyentes para prolongar la vida útil de la flor de loroco.

2.8.1 Porcentaje de humedad.

La mayoría de los procesos vitales requieren la presencia de agua para su desarrollo por lo que la reducción del contenido en agua de los alimentos ha constituido un método eficaz de conservación. El porcentaje en agua de un alimento no es en sí mismo un buen indicador de su estabilidad, puesto que existen diferentes fracciones de agua con distinto grado de disponibilidad para el crecimiento microbiano y la actividad enzimática y química. A efectos de valorar la vida útil de un alimento se utilizó el concepto de actividad de agua (a_w) que indica la proporción de agua libre que contiene el sistema y que es, lógicamente, máxima en el agua pura cuyo valor es 1. (Pinzón C. T., 2010)

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 a 95% en los alimentos naturales. El agua existe en dos formas generales: “agua libre” y “agua ligada”. Por lo tanto, la frase “porcentaje agua” significa el método de determinación usado. Aunque en realidad no hay una definición precisa para cada de estas fracciones, se considera que el agua ligada es aquella porción que no se congela en las condiciones normales de congelamiento a -20° C, el agua ligada se encuentra combinada o absorbida en los alimentos como agua en los carbohidratos o ligada a proteínas; Por otra parte, el agua libre es la que se volatiliza fácilmente, se pierde en el calentamiento, se congela primero y es la principal responsable de la actividad acuosa. (Flores C. A., 2010)

Los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas. Aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que: a) algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente, b) a cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras

sustancias además de agua, c) también pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua. (Martínez)

2.8.2 pH

El pH está relacionado con la sensación de acidez o alcalinidad de una sustancia, pero su definición exacta es el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones de hidrogeno. El pH es una medida de acidez o alcalinidad. (Alarcon, 2005)

En disolución acuosa, la escala de pH varía, típicamente, de 0 a 14. Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones hidrógeno en la disolución). Por otro lado, las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7. La disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7, por ejemplo, el agua. (Alarcon, 2005)

2.9 Propiedades microbiológicas influyentes para prolongar la vida útil de la flor de loroco.

La micro flora presente en los vegetales listos, así como es de asegurar que, en la flor de loroco lista, para consumir incluye un gran número de especies de hongos, levaduras y bacterias. Entre las bacterias Gram-negativas prevalecen las familias de las pseudomonas y enterobacterias. También se han detectado bacterias Gram-positivas, principalmente representadas por bacterias lácticas, y numerosas especies de levaduras, en mezclas para ensaladas y zanahoria rallada. (Piagentini, 1999)

Sin embargo, las proporciones entre las diferentes floras (Enterobacterias, Pseudomonas, flora láctica, levaduras, hongos) dependen de varios factores, todos relacionados con la capacidad invasiva de los microorganismos para establecerse y crecer: composición de la materia prima, contaminación inicial, condiciones de procesamiento, almacenamiento y expedición. (Piagentini, 1999)

El tipo de microorganismos presentes en los productos vegetales frescos varía ampliamente. Estos microorganismos acceden a los productos a través del polvo o tierra, aire, agua de irrigación, abonos, insectos, o animales. (Piagentini, 1999)

Por su contenido en nutrientes, los vegetales son capaces de permitir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. El elevado contenido de agua de estos productos favorece la proliferación de bacterias productoras de alteración, y las proporciones relativamente bajas de carbohidratos y grasas, son índices de que la mayor parte de esta agua se encuentra en forma disponible para el crecimiento de virtualmente todos los microorganismos. (Piagentini, 1999)

Los niveles de pH de la mayoría de los vegetales se encuentran comprendidos dentro de los límites de crecimiento de gran número de bacterias y hongos ($\text{pH} > 4$). No obstante, como consecuencia del temprano y más rápido crecimiento de las bacterias, los hongos son escasos, por lo que no resulta sorprendente que las bacterias sean los agentes que originen más frecuentemente alteraciones en estos productos vegetales. (Piagentini, 1999)

Los hongos presentaron poblaciones despreciables y no ocasionan problemas particulares durante la conservación. En espinaca fresca se mencionan dos hongos como importantes: *Penospora spinaciae*, causante del mildiu pulverulento y *Botrytis*, causante de la podredumbre gris (Namesny, 1993).

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Estudiar cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco, para conservar sus propiedades sensoriales.

Objetivos específicos

1. Determinar la variación de las propiedades sensoriales (olor, sabor, color y textura) y fisicoquímicas de los productos obtenidos en las cinco diferentes técnicas de industrialización de la flor de loroco.
2. Evaluar las características fisicoquímicas de los productos obtenidos los métodos de industrialización de la flor de loroco con la finalidad de establecer un vínculo entre propiedades sensoriales y fisicoquímicas del alimento y su comportamiento durante el estudio.
3. Determinar la aceptabilidad de los productos resultantes de las cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco.

4. HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación

Las cinco técnicas de industrialización preservan las propiedades sensoriales (olor, color, sabor y textura) de la flor de loroco.

5. METODOLOGÍA

5.1 Objeto

Técnicas de conservación en la flor de loroco tipo:

- Sellado al vacío
- Sellado con atmosfera modificada
- Preparación de Dip
- Preparación de pesto
- Preparación de pasta fresca

5.1.1 Monitoreo y observación de muestras.

Se monitorearon y observaron las variables durante el proceso de preservación y se realizaron las revisiones de las muestras dependiendo el método de análisis de vida útil que se seleccionó. En esas revisiones se monitorearon y observaron variables fisicoquímicas, como: pH, porcentaje de humedad, temperaturas de almacenamiento y análisis sensoriales como olor, sabor y textura. Para realizar las observaciones se llenó el formato que cumplió con los aspectos mencionados. (Ver apéndices B, C y D)

Todas las muestras de los diferentes tratamientos fueron retiradas de los dispositivos transcurridos un mes. Luego se realizó una revisión de variables finales fisicoquímicas y organolépticas como: pH, porcentaje de humedad, temperaturas de almacenamiento, olor, color, sabor y textura.

5.2 Técnicas de muestreo

5.2.1 Colecta de muestras

Las muestras se tomaron en plantaciones de productores de loroco ubicados en el departamento de Zacapa. Cada muestra, de las cinco técnicas de preservación de la flor de Loroco fue tomada de un solo productor.

Inicialmente se seleccionaron las plantas de loroco sanas, libres de daños por plagas, se seleccionaron las inflorescencias con un nivel de madurez medio, es decir, que no hubieran abierto ningún botón floral.

Seguidamente se realizó el corte de las flores, el pedúnculo que se dejó en la bellota fue de 1 cm de longitud, para lo cual se utilizó herramienta de corte debidamente afilada y desinfectada (navajas o tijeras de jardín), las flores fueron colocadas en recipientes limpios que no permitan la contaminación de las muestras.

Las muestras se movilizaron desde el campo hacia el punto donde se llevaron a cabo las técnicas de industrialización evitando que se produzcan daños mecánicos debido a compactaciones durante su transporte.

5.3 Técnicas de recolección de datos

5.3.1 Preparación de las condiciones, dispositivos y materiales para los procesos de industrialización de la Flor de Loroco.

- La recepción y selección del equipo, materia prima y utensilios que se utilizaron en el estudio se verificaron y revisaron con uno o dos días de anticipación, las condiciones de limpieza, desinfección, funcionamiento y disponibilidad completa de la máquina de envasado, balanza analítica, incubadora, frigorífico, estufa y demás equipo a utilizar para proceder con el trabajo de campo del proyecto completo, dichas actividades fueron las correspondientes al inicio de la metodología de las cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco.
- La recepción de materia prima proveniente del campo: posterior a la revisión y preparación del equipo del inciso anterior, se procedió a recibir la flor de loroco directamente del campo como se describe en la sección sobre colecta de muestras.
- Preparación de materia prima: luego de la verificación adecuada sobre la recepción de la materia prima, se le realizó una limpieza en seco descartando contaminantes físicos y desinfectadas con una inmersión con solución de hipoclorito de sodio (NaClO) a 50 ppm por cinco minutos, (Espíritu, 2015)

- Se tuvo a disposición un frigorífico el cual funcionó para colocar la flor de loroco preparada y así realizar el proceso de refrigeración de la flor de loroco, previo a las cinco técnicas, la flor de loroco fue colocada en papel aluminio, papel y dentro de un recipiente plástico para que el método de conservación fuera más efectivo.
- La preparación de los productos y envasados (cinco técnicas de industrialización) se realizaron en el laboratorio de gastronomía de INTECAP Zacapa, luego éstos productos se trasladaron al laboratorio de aguas de Centro Universitario de Oriente (CUNORI), para su posterior almacenamiento en las condiciones apropiadas; dicha actividad se realizó al finalizar el procesado de las cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco.
- Para las dos técnicas de industrialización de envasados, dip y pesto, se adquieren frascos de vidrio de 8 onzas, éstos se esterilizaron para cuidar las buenas prácticas de manufactura y así envasar la preparación de loroco en dip y pesto.
- Para los procesos de atmósferas modificadas y empaque al vacío se utilizaron bolsas de polietileno o el material que disponga la máquina que se adquirió, se aplicó en la metodología de envasado al vacío y atmósfera modificada que se describen más adelante.
- En la técnica de pasta fresca se utiliza envasado al vacío y se usó una empacadora al vacío para el almacenamiento.
- Almacenamiento de muestras: posterior a los procesos de envasado expuestos en el inciso anterior (Dip, pesto, pasta fresca, envasado al vacío y envasado en atmósferas modificadas,) y a la identificación correspondiente de las muestras, se almacenaron cada una de las muestras sometiéndolas a 45°C de temperatura como base para el análisis de la vida útil de la flor de loroco de las cinco técnicas de industrialización que se evaluaron.
- Verificaciones o análisis de muestras: se analizaron cada una de las muestras con una periodicidad de cinco a siete días, los atributos a evaluar fueron las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de cada una de las muestras descritas.
- Documentación: la toma de datos de los análisis y verificaciones en los periodos de tiempos establecidos en el inciso anterior se anotaron en los formatos correspondientes. (ver apéndices A, B, C, D Y E)

5.3.2 Cálculo de las muestras

Todas las muestras fueron pesadas con una balanza analítica para cerciorarse que cada técnica de preservación experimental sea exactamente de 2.8 kilogramos de flor de loroco para cada una de las técnicas de preservación.

En total se establecerán 5 técnicas de preservación para un total de 13.63 kilogramos de flor de loroco a utilizar en la investigación, para asegurar que existiese suficiente materia prima.

5.3.3 Aplicación de las técnicas de preservación

Al colocar las muestras en los empacados y de procesar la flor de loroco estos debían tener la asepsia que el proceso amerita.

Las muestras se colocaron en los dispositivos de almacenaje a partir que se terminó de procesar y ser identificadas respectivamente con una etiqueta con información como: fecha de inicio, fecha de finalización y la hora. Ver anexo No.1

5.4 Técnicas de industrialización aplicadas:

5.4.1 Técnica de empaque al vacío

Luego del procedimiento de selección y preparación de la materia prima, se procedió a pesar la cantidad adecuada de flor de loroco que se empaquetará en las bolsas especiales, luego se colocó en la máquina de vacío para el sellado correspondiente.

5.4.2 Técnica de empaque en atmosferas modificadas (AM).

Luego del procedimiento de selección y preparación de la materia prima, se procede a pesar la cantidad adecuada de flor de loroco la cual fue empacada en bolsas de polietileno, luego se colocó en la máquina de vacío, con la dieta de ingreso de nitrógeno y sellado correspondiente.

5.4.3 Técnica por medio de emulsión, Dip de loroco.

Posterior al procedimiento de selección y preparación de las materias primas, se procedió a la cocción tipo salteado por 5 minutos del loroco, cebolla con grasa (queso crema), 5ml de vino blanco, ajo, chile dulce rojo y pimienta negra, se procedió al molido y mezclado, pesado de la mezcla, envasado a 85°C, esterilización, enfriamiento, etiquetado y almacenado.

5.4.4 Técnica de alta temperatura (Pesto de loroco).

Próximo a recibir la muestra, se procedió a limpiar, seleccionar y pesar; se aplicó cocción tipo salteado, luego se procedió a un molido y mezclado, pesado de la mezcla, envasado a 85°C, esterilización, enfriamiento, etiquetado y almacenado.

5.4.5 Pasta fresca de loroco.

La transformación de la sémola en una pasta de forma definida con el potencial de dar la textura requerida, se logró con los procesos de humectación, mezclado/amasado y extrusión.

5.5 Técnica de análisis de datos

5.5.1 Análisis de la información

Tomados los datos para cada uno de los análisis antes descritos, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, se procedió a registrar, ordenar y analizar los datos para cada una de los factores evaluados de acuerdo a la metodología de análisis.

5.6 Análisis o evaluación sensorial

5.6.1 Análisis sensorial en tiempo de muestreos.

Para evaluar las propiedades organolépticas (aspecto, sabor, olor y textura) de las muestras obtenidas de los diferentes tratamientos se realizará un proceso de degustación de las diferentes técnicas de preservación de la de la flor, para identificar la mejor técnica de preservación, con mejor sabor, por medio de una escala hedónica de nueve puntos, los cuales son los siguientes:

<i>Tipo de análisis</i>	<i>Resultado (aceptable / No aceptable)</i>
<i>Color</i>	
<i>Sabor</i>	
<i>Textura</i>	
<i>Olor</i>	

Y mediante el software estadístico Infostat se realizó un estudio de análisis de varianza para determinar la técnica de preservación más aceptada.

5.7 Instrumentos

5.7.1 Análisis con escala hedónica de aceptabilidad de producto

Para evaluar la aceptabilidad de los productos resultantes de las técnicas de industrialización de la flor de loroco se procedió a realizar una prueba de aceptación de escala hedónica de nueve puntos, en la cual se tomó en cuenta a 33 personas para realizar la prueba, se les ubicó de manera estratégica de modo que ellos no reciban algún tipo de estimulación que pueda afectar la toma de su decisión respecto a las instrucciones de la boleta de análisis, a cada panelista se le repartió, una botella de agua pura, un lapicero, una galleta soda de gama, una servilleta y la respectiva boleta de evaluación.

Al servir las muestras a los panelistas, evaluaron cada producto por separado para evitar una saturación de sabor en él. La boleta que los panelistas debían completar corresponde al apéndice E. (ver apéndice E)

5.7.2 Porcentaje de humedad.

El método de la determinación de humedad a realizar se hizo utilizando una mufla y balanza analítica, primero la muestra de flor de loroco se colocó en la cápsula, luego se pesó el recipiente con la muestra para saber el peso inicial y se anotó el dato, se procedió al secado a una temperatura de 600 °C por tres horas, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se pesó nuevamente la muestra anotando los datos obtenidos.

Los datos documentados se utilizaron para la fórmula de porcentaje de humedad siguiente:

$$\text{Porcentaje de humedad} = (M_1 - M_2) \left(\frac{100}{M_1 - M_0} \right)$$

Siendo:

M_0 = Peso, en gramos, de la cápsula, vacía.

M_1 = Peso, en gramos, de la cápsula, con la muestra de flor de loroco antes del secado

M_2 = Peso, en gramos, de la cápsula, con la muestra de flor de loroco después del secado.

(Martínez)

5.7.3 Grado de acidez o alcalinidad de una sustancia (pH)

La medida del pH se realizó sobre muestras homogeneizadas al 10% en agua destilada utilizando un pH-metro.

Se pesaron las muestras, en gramos, (flor de loroco) previamente picada o triturada y se homogenizaron con la misma cantidad de ml de agua destilada que el peso de la flor de loroco, teniendo una relación 1:1, utilizando la varilla de vidrio. Se dejó reposar media hora antes de efectuar la medida en el pH-metro, previamente ajustado con las soluciones de calibración.

5.7.4 Análisis microbiológicos

Las pruebas microbiológicas se realizaron en Laboratorio Valdés, sede de laboratorios de microbiología, clínica y de alimentos en Chiquimula, en el día 0 y 30 de almacenamiento de las muestras a 45°C.

Se realizaron siembras de las muestras previamente homogenizadas en la licuadora, se utilizará Mc-Media Pads que están diseñados para el análisis cómodo y fiable de E.coli, de levaduras y mohos, de coliformes o de la contaminación microbiológica aerobia en los productos alimentarios sólidos y líquidos para el conteo de mohos y levaduras. Se incubaron a 45°C constantes durante 24 horas las cinco muestras, posteriormente se realizó el conteo y se determinará que dilución se iba a analizar.

6. PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Análisis microbiológicos de los métodos de industrialización

Los análisis microbiológicos se realizaron en laboratorios Valdés, quienes utilizaron el método de MC- Media Pad (yeast and mold) para verificar la presencia o ausencia de microorganismos y el conteo necesario de los mismos, los resultados obtenidos de dichas muestras se presentan a continuación.

Tabla 3 Resultados Microbiológicos de métodos de industrialización de la flor de loroco

Datos evaluados en pesto de loroco				
Parámetros	23/01/2020		3/03/2020	
	Resultados	Dimensionales	Resultados	Dimensionales
Mohos y levaduras	Ausencia,0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Coliformes Fecales	Ausencia,0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Datos evaluados en Dip de loroco				
Parámetros	23/01/2020		3/03/2020	
	Resultados	Dimensionales	Resultados	Dimensionales
Mohos y levaduras	Ausencia,0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Coliformes Fecales	Ausencia,0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Rec. Aeróbico Total	Presencia,80	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Datos evaluados en pasta fresca de loroco				
Parámetros	27/08/2020		17/09/2020	
	Resultados	Dimensionales	Resultados	Dimensionales
Mohos	10	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Levaduras	320	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
E. Coli	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Coliformes	820,000	UFC/25 Gramos	Presencia,200	UFC/25 Gramos
Datos evaluados en envasado al vacío de loroco				
Parámetros	27/08/2020		17/09/2020	
	Resultados	Dimensionales	Resultados	Dimensionales
Mohos	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Levaduras	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
E. Coli	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
Coliformes	1600	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos

Datos evaluados envasado en Atmósferas modificadas de loroco

<i>Parámetros</i>	<i>27/08/2020</i>		<i>17/09/2020</i>	
	<i>Resultados</i>	<i>Dimensionales</i>	<i>Resultados</i>	<i>Dimensionales</i>
<i>Mohos</i>	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
<i>Levaduras</i>	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
<i>E. Coli</i>	0	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos
<i>Coliformes</i>	60	UFC/25 Gramos	Ausencia,0	UFC/25 Gramos

Los análisis microbiológicos demostraron que el método de industrialización pesto de loroco cuenta con ausencia de mohos, levaduras y coliformes totales lo cual no indica un peligro para la vida, con secuelas poco frecuentes y un vida útil prolongada, característica se afirma, en el factor microbiológico, ya que al final del estudio en el día 30 de almacenamiento dicho método conserva su asepsia y ambiente libre de contaminación.

El método de Dip de loroco indica ausencia de contaminación en su día cero de almacenamiento, ya que el recuento de mohos, levaduras y coliformes totales es igual a cero unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos; pero también cuenta con un resultado de recuento aeróbico total de 80 unidades formadoras de colonia por 25 gramos esto indica que se incluyen dentro de la muestra microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a temperaturas de 20°C hasta 45°C lo que no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas pero de la misma manera un recuento elevado de microorganismos aeróbicos no significa presencia de flora patógena; se observó que el resultado del recuento aeróbico total en el día 30 de almacenamiento en condiciones de temperatura acelerada hubo un decrecimiento de los valores indicando ausencia de contaminación, ya que el recuento de mohos, levaduras y coliformes totales es igual a cero unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos; lo cual indica que el proceso de envasado del dip de lorocos se realizó de manera adecuada formando el adecuado vacío interno lo cual hace que se conserve su asepsia y ambiente libre de contaminación.

En los métodos de empacado al vacío y empacado en atmósferas modificadas indican al día cero de almacenamiento una ausencia de mohos y levaduras pero coliformes totales una presencia de 1,600 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos para el envasado de flor de loroco al vacío y 60 unidades formadoras de colonias por cada 25

gramos envasado en atmósferas modificadas lo cual indica que la flor de loroco al día cero envasada en los dos distintos métodos tiene un excedente de Coliformes totales de 1,590 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos para vacío y envasada en atmósfera modificada tiene un excedente de 50 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos, en base al RTCA de CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS en subgrupo de alimentos: frutas y vegetales procesados. Subgrupo: Frutas y vegetales congelados (enteros, pelados o troceados), pero se observa que al día 30 de las muestras ser almacenadas los resultados de los análisis microbiológicos presentan ausencia de mohos, levaduras y coliformes totales, lo que se refleja como el resultado de un buen manejo del vacío al momento del proceso de envasados, tanto al vacío como con atmósferas modificadas, ya que en ambos métodos se extrae el oxígeno y reduce a condiciones mínimas lo cual elimina la contaminación por coliformes totales y con dichos resultados del día 30 éstos métodos se encuentran dentro de rangos aceptables según el RTCA de CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS en subgrupo de alimentos: frutas y vegetales procesados. Subgrupo: Frutas y vegetales congelados (enteros, pelados o troceados).

La presencia de coliformes totales al día cero en la materia prima de los métodos de envasados, al vacío y atmósferas modificadas, indica una contaminación de origen cruzada por el agua que se utilizó para el lavado de la flor de loroco, el agua que se utilizó para dicho proceso se obtuvo directamente del lavado, la cual es de origen no potable.

El método de pasta fresca da como resultado en el análisis microbiológico que tiene presencia de mohos con 10 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos, levaduras con 320 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos, E. Coli 0 y coliformes totales 820,000 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos lo que nos indica según el RTCA de CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS en subgrupo de alimentos: cereales y sus derivados, tienen un límite permitido de $< 3 \text{ NMP/g}$ o $< 10 \text{ UFC/g}$ tomando en cuenta que al día 30 tuvo un decrecimiento significativo con una presencia de 200 unidades formadoras de colonias por cada 25 gramos de Coliformes totales y una ausencia de mohos y levaduras; ahora bien tomando en cuenta los resultados microbiológicos la contaminación se atribuye al agua con que fue lavada la flor de loroco y teniendo en cuenta que el proceso de la preparación de la pasta fresca no lleva procesos térmicos y solo un secado a temperatura ambiente, la proliferación de contaminantes se

prevé alta por las condiciones de hidratos de carbono, temperatura y humedad de la pasta fresca lo cual nos lleva analizar la vida útil de la misma y de acuerdo a los resultados obtenidos evaluar si es apto o no el método de industrialización.

6.2 Análisis de vida útil de los métodos de industrialización

La vida útil o vida de anaquel se mide acorde al tiempo y temperaturas al que se evalúan n cantidad de muestras, y se define la velocidad a que transcurren las reacciones químicas en los alimentos ya que se ven aumentadas con la temperatura de almacenamiento.

Se calculó la vida útil de los cinco métodos de industrialización de la flor de loroco observando y midiendo los atributos químicos, pH y % de humedad, también los atributos sensoriales que existieron durante los 30 días de almacenamiento, dichos atributos nos indican la calidad del producto y también cuando los alimentos ya no son aceptables para el consumidor. Se tomó como índice de falla el primer atributo calificado como inaceptable, o cualquier resultado considerado degradación, del área de características sensoriales

Los cinco métodos de industrialización evaluados fueron: Dip o Dipping Sauce de loroco, Pesto de loroco, Pasta fresca con variación de loroco, envasado al vacío y envasado con atmósfera modificada con nitrógeno grado médico.

Los cinco métodos de industrialización se almacenaron bajo temperatura controlada de 45°C constantes durante un mes, realizando análisis de pH y % de humedad cada cinco a siete días así mismo se realizaron análisis microbiológicos de cada método de industrialización uno en el día 0 y otro el día 30, los cinco métodos de industrialización se realizaron bajo las buenas prácticas de manufactura para reducir cualquier tipo de contaminación y así validar y analizar el tiempo de vida útil de los cinco métodos de industrialización.

Las muestras se presentaron de la siguiente forma.

Tabla 4. Resultados de tiempo relación atributos para determinar vida de anaquel

Pesto de loroco								
Tiempo	pH	% humedad	Temp. almacena miento (°C)	Gas interno	Sabor	Color	Olor	Textura
23/01/2020	4.7	78.01	45	No	Me gusta mucho	Aceptable	Aceptable	Aceptable
31/01/2020	4.52	76.81	45	Si	Me gusta	Aceptable	Aceptable	Aceptable
24/02/2020	4.43	75.21	35	Si	Aceptable	Leve opaco	Leve acido	Mas liquida
3/03/2020	4.4	74.36	45	Si	No aceptable	Opaco	Fermenta do	No aceptable
Dip de loroco								
Tiempo	pH	% humeda d	Temp. almacenam iento (°C)	Gas interno	Sabor	Color	Olor	Textura
24/02/2020	4.84	79.59	45	No	Me gusta mucho	Aceptable	Me gusta mucho	Me gusta mucho
3/03/2020	4.39	78.24	45	Si	Me gusta	Aceptable	Aceptable	Aceptable
16/03/2020	4.11	76.5	45	Si	Aceptable	Aceptable	Leve acido	Grumosa
18/03/2020	3.58	74.89	45	Si	Aceptable	Aceptable	Fermenta do	Grumosa
Pasta fresca de loroco								
Tiempo	pH	% humeda d	Temperatura de almacenam iento (°C)	Gas interno	Sabor	Color	Olor	Textura
27/08/2020	5.7	30.1	45	Si	Agradable	Aceptable	Agradable	Pegajosa
3/09/2020	5.48	25.5	45	Si	Aceptable	Beige y tonos café/ no aceptable	Agradable	Pegajosa
10/09/2020	5.44	26.56	45	Si	No aceptable	Beige y tonos café/ no aceptable	Aceptable	No aceptable
17/09/2020	5.32	30.03	45	Si	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable

Vacío de loroco								
Tiempo	pH	% humedad	Temperatura de almacenamiento (°C)	Gas interno	Sabor	Color	Olor	Textura
27/08/2020	7.14	90.12	45	No/exudado	Agradable	Agradable	Característico	Fuerte
3/09/2020	6.48	90.47	45	No/exudado	Aceptable	Opaco	Aceptable	Fuerte
10/09/2020	6.09	89.41	45	Si/exudado	Leve acidez	Opaco	Loroco cocido/No aceptable	Ligosa
17/09/2020	5.28	90.38	45	Si/exudado	No Aceptable/ acidez	No Aceptable/ Opaco	No Aceptable	No aceptable
ATM de loroco								
Tiempo	pH	% humedad	Temperatura de almacenamiento (°C)	Gas interno	Sabor	Color	Olor	Textura
27/08/2020	7.2	90.05	45	Agua/exudado	Agradable	Agradable	Característico	Fuerte
3/09/2020	7.06	90.78	45	Si/exudado	Aceptable	Opaco/verde	Característico	Fuerte
10/09/2020	6.65	89.08	45	Si/exudado	Aceptable	Opaco/dorado	Característico	Fuerte
17/09/2020	6.32	90.19	45	Aceptable	No aceptable	Dorado/marrón	Fuerte/no aceptable	Fuerte

La tabla anterior expresa los datos obtenidos de las mediciones semanales de los atributos fisicoquímicos, pH y % humedad, y sensoriales para la determinación y cuantificación de la magnitud de degradación de los métodos de industrialización de la flor de loroco y con ello hacer posible la aplicación de los modelos matemáticos para la predicción de vida de anaquel.

Los resultados de las pruebas en el método de pesto de loroco y el dip de loroco, en el pH tienen un comportamiento en disminución con forme al tiempo, tornando en simultaneo una acidez sensorial cada vez más perceptible por el consumidor, se afirma que el pH está relacionado con el deterioro de la muestra, también en éstas muestras se observa el comportamiento del porcentaje de humedad de una manera similar, con una tendencia a la disminución con forme van pasando los días.

Se puede notar que para el día tres, en condiciones de temperatura acelerada (45°C), las muestra de ambos métodos de industrialización de la flor de loroco, pesto y dip, en el aspecto sensorial de olor se percibe cierta acidez, lo que hace que los métodos pesto y dip de loroco dejen de ser aceptables para el consumidor por lo tanto se estima el fin de su vida útil.

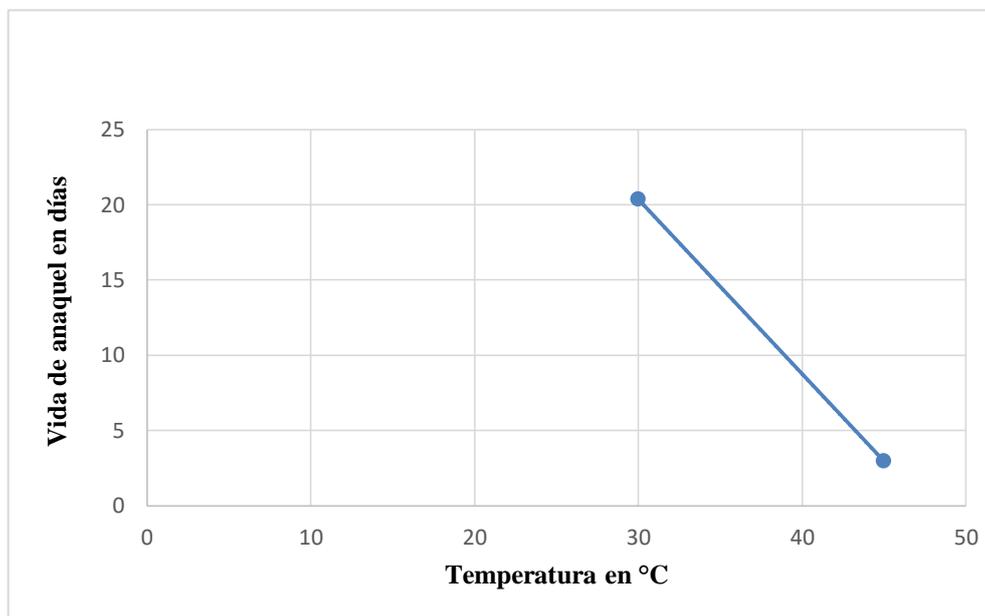
En el caso de método de pasta fresca con variación de loroco, se observa que en el atributo de color y textura del área de sensorial ya no se encuentra aceptable al consumidor en el día cero, en condiciones de temperatura acelerada (45°C), de modo que por el aspecto sensorial en el día dos termina la vida útil de la pasta fresca, al observar el comportamiento de los atributos fisicoquímicos, pH y % humedad, el pH tiende a disminuir en relación al tiempo y el % de humedad se comporta de una manera no lineal lo cual indica que éste parámetro no se relaciona con el deterioro de la muestra. La carencia de un tiempo prolongado de vida de anaquel de éste método de industrialización de la flor de loroco también se atribuye a la contaminación microbiológica que existía en el día cero.

Los métodos de envasados, al vacío y atmósfera modificada, dan a conocer el pH de la flor de loroco más básico, porcentajes de humedad más altos y con la característica que con el pasar de los día las bolsas de almacenaje iban acumulando gas y agua en forma de exudados, en el envasado al vacío al día tres de análisis, en condiciones de temperatura acelerada (45°C), se experimentó cierta acidez perceptible al paladar, el color de la flor de loroco en ambas formas de envasado experimentó una degradación a color verde más opaco, el olor se tornó más fuerte con una característica a loroco cocido que es inaceptable al paladar con forme el pasar del tiempo; por otro lado la textura de la flor de loroco se mantuvo fuerte hasta el día tres en condiciones de temperatura acelerada (45°C).

En el método de envasado por atmósfera modificada se puede observar que es el método, que en términos sensoriales, se mantuvo más tiempo en condiciones aceptables, si no fuera por el cambio de color que experimentó la flor de loroco, desde el día dos, en condiciones de temperatura acelerada (45°C), que se volvió verde opaco, se podría decir que tarda hasta el día tres de mediciones en buenas condiciones en temperatura acelerada (45°C).

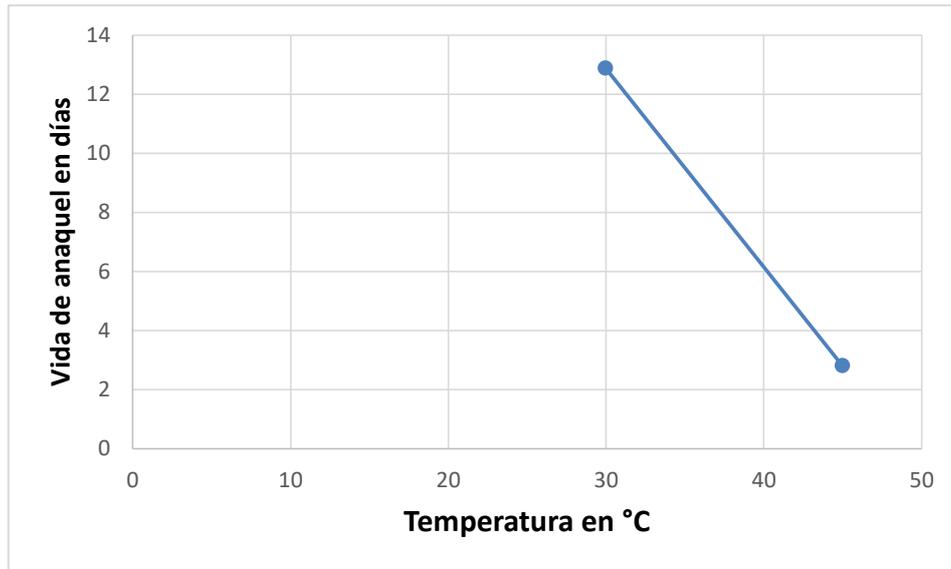
A continuación una serie de gráficas en las cuales se representa la curva de vida de anaquel de cada uno de los métodos de industrialización de la flor de loroco en función del tiempo en días y temperatura en °C.

Ilustración 2. Curva de vida de anaquel en función del tiempo del pesto de loroco



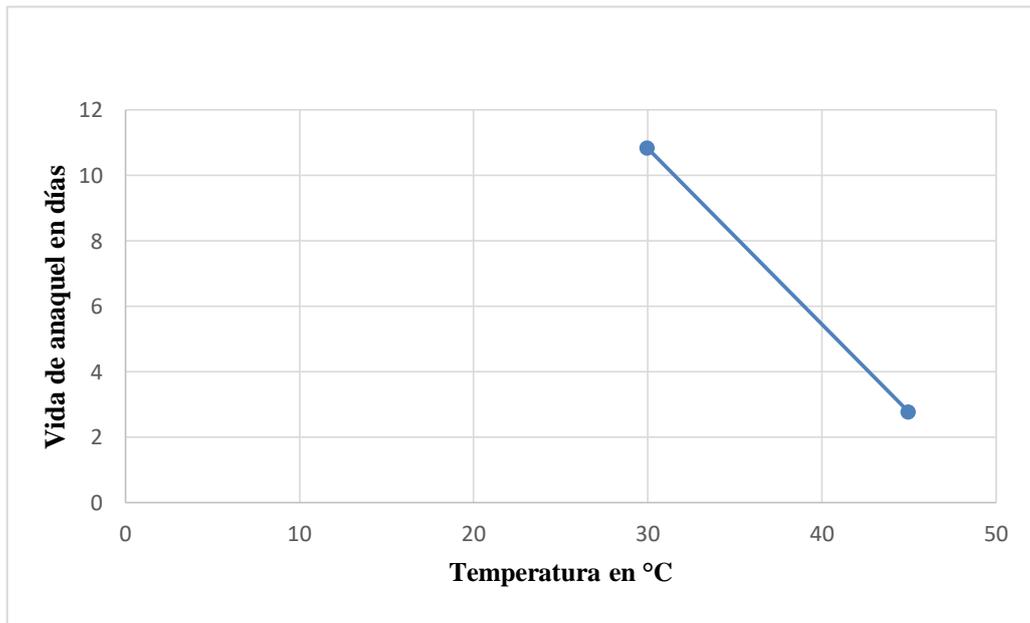
Con ésta gráfica se puede observar que la vida útil del pesto de loroco a una temperatura de 30°C tarda aproximadamente 21 días y a una temperatura de 45°C tarda en buenas condiciones aproximadamente tres días (condiciones aceleradas), para poder formar dicha grafica se definió que el pesto de loroco almacenado un día a una temperatura de 45°C equivale a 2.97 días en temperatura ambiente, tomando la temperatura ambiente con un valor de 30°C a 32°C.

Ilustración 3. Curva de vida de anaquel en función del tiempo de Dip de loroco



Los resultados para la vida de anaquel del dip de loroco almacenado un día a una temperatura de 45°C equivale a 2.79 días en temperatura ambiente, tomando la temperatura ambiente con un valor de 30°C a 32°C. En la gráfica se puede observar que la vida útil del dip de loroco a una temperatura de 30°C tarda aproximadamente 13 días y a una temperatura de 45°C tarda en buenas condiciones aproximadamente tres días (condiciones aceleradas).

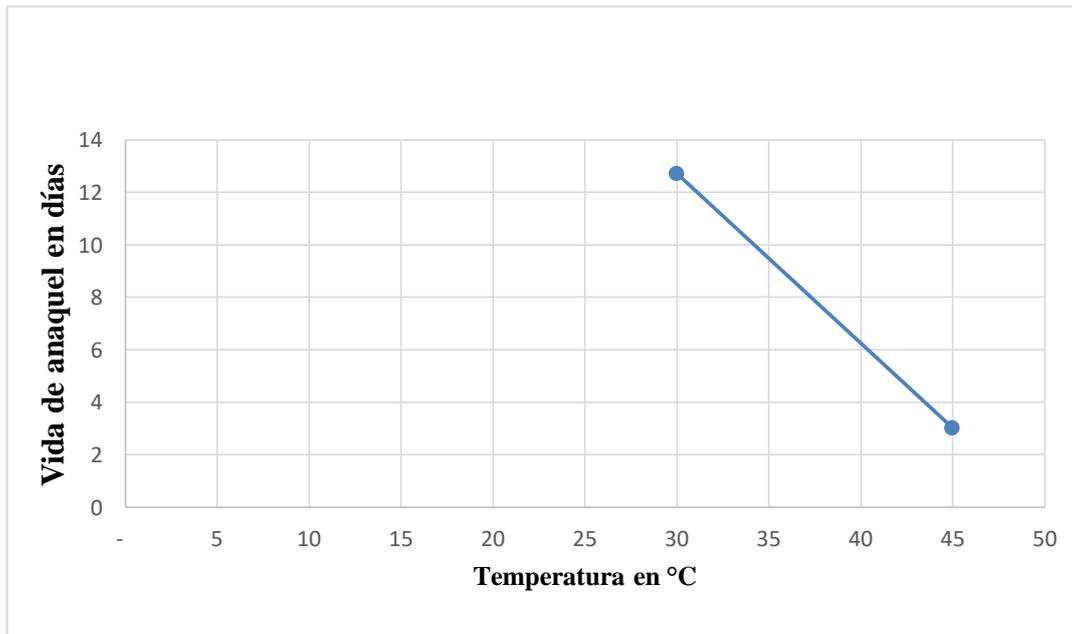
Ilustración 4. Curva de vida de anaquel en función del tiempo de la flor de loroco envasada al vacío



Con los resultados de vida de anaquel de la flor de loroco envasada al vacío se determinó que la muestra almacenada un día a una temperatura de 45°C equivale a 2.76 días en temperatura ambiente, tomando la temperatura ambiente con un valor de 30°C a 32°C.

La gráfica se analiza de manera que la muestra de loroco envasada al vacío a una temperatura de 30°C tarda aproximadamente 11 días y a una temperatura de 45°C en condiciones de almacenamiento aceleradas tarda aproximadamente 3 días.

Ilustración 5. Curva de vida de anaquel en función del tiempo el loroco empacado en ATM

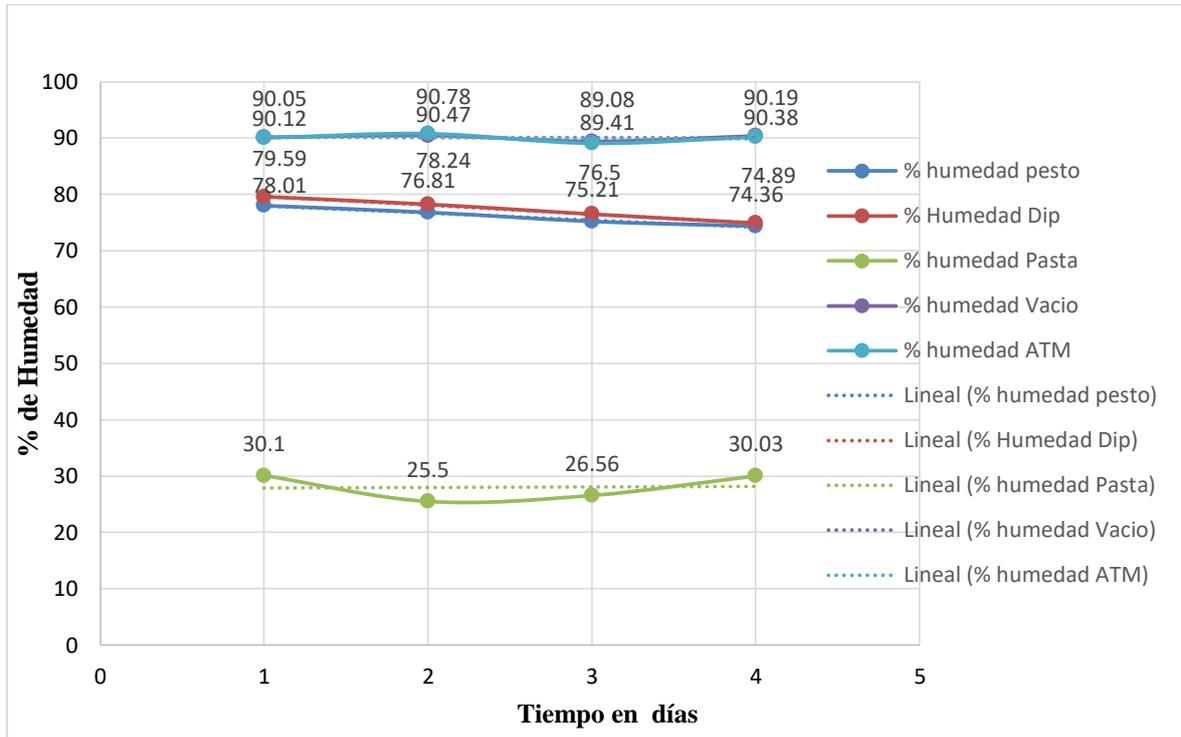


Los resultados de la vida de anaquel de la flor de loroco envasada en atmósferas modificadas almacenado un día a una temperatura de 45°C equivale a 3.01 días en temperatura ambiente, tomando la temperatura ambiente con un valor de 30°C a 32°C. En la gráfica anterior se puede observar que la vida útil de la flor de loroco envasada en atmósferas modificadas a una temperatura de 30°C tarda aproximadamente 13 días y a una temperatura de 45°C tarda en buenas condiciones aproximadamente tres días.

Para determinar la vida de anaquel de los cinco métodos de industrialización de la flor de loroco se tomaron en cuenta las características químicas que reaccionaron de manera perjudicial para las distintas muestras, el pH y el % de humedad son factores que se pudieron ligar al deterioro de las muestras ya que como se describió anteriormente el pH se relacionó con la característica sensorial de “sabor” ya que el factor de acidez en relación al tiempo ya que ésta fue más perceptible hasta llegar al punto de ser inaceptable para el consumidor.

El factor % de humedad se determinó por medio de un método de secado y se calculó debido a la pérdida en peso del agua contenida en las muestras, dando como resultado el comportamiento que se demuestra en la gráfica siguiente.

Ilustración 6. Comportamiento de % de humedad respecto al tiempo en condiciones aceleradas



El porcentaje de humedad se ligó al deterioro del método de industrialización de la flor de loroco de pasta fresca en una mayoría ya que debido a la contaminación que ésta contenía propiciaba al crecimiento microbiano por consiguiente la temprana descomposición de la misma.

6.3 Análisis de aceptabilidad

Las cuatro propiedades organolépticas evaluadas en las cinco técnicas de industrialización de la flor de loroco fueron: sabor, olor, textura y color. A los panelistas no entrenados se les pidió evaluar las muestras codificadas, indicando cuanto les agrado cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" con un puntaje de 9 hasta "me disgusta extremadamente" dando un puntaje de 1, la escala se utilizó para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos, era permitido asignar la misma categoría a más de una muestra. Las muestras se codificaron con

números aleatorios de tres dígitos y se presentaron a los panelistas una por una. Los resultados fueron analizados a través de ANOVA.

La codificación presentada en las muestras ante los jueces fue aleatoria:

Tabla 5 Codificación aleatoria de técnicas de preservación

Técnica de preservación	Código
Pesto	548
Pasta	723
Vacío	496
ATM	962
DIP	632

En base al análisis ANOVA se adquirieron los siguientes resultados:

Tabla 6 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de olor en las técnicas de industrialización

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Pasta	34	231	6.79411765	3.56238859		
ATM	34	259	7.61764706	2.12210339		
DIP	34	220	6.47058824	3.4688057		
Pesto	33	195	5.90909091	4.14772727		
Vacío	34	259	7.61764706	2.60695187		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	74.0483973	4	18.5120993	5.82928934	0.0002067	2.426774761
Dentro de los grupos	520.815508	164	3.17570432			
Total	594.863905	168				

Dado a qué el valor F calculado para tratamientos es de 5.829 es superior al valor F tabulado que es de 2.427 se llega a la conclusión de que existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los puntajes hedónicos promedio, para las cinco técnicas de industrialización.

El análisis de varianza indicó que había diferencias significativas entre las cinco técnicas de industrialización. Para determinar qué técnicas diferían significativamente la una de la

otra se utilizó una técnica de comparación múltiple, la Nueva Prueba de amplitud Múltiple de Duncan. Esta prueba permite comparar las diferencias entre todos los pares de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par. Si la diferencia entre los pares de medias es superior al valor de amplitud calculado las medias son significativamente diferentes al nivel de significancia especificado.

Tabla 7 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a olor en las técnicas de industrialización

E496	B962	A723	C632	D548
7.617647059	7.617647059	6.794117647	6.470588235	5.909090909

$$\text{Amplitud} = Q \frac{\sqrt{CM(E)}}{t}$$

$$\text{Amplitud} = Q (0.0870)$$

La mayor amplitud entre las medias es de 2 por lo que se evaluarán la diferencias:

$$\text{Amplitud para 2 medias } 3.772 (0.0870) = 0.3283$$

E496-D548= 1.70 >0.3283	B962-D548= 1.70 >0.3283	A723-D548= 0.885 >0.3283
E496-C632= 1.14 >0.3283	B962-C632= 1.14 >0.3283	A723-C632= 0.323 <0.3283
E496-A723= 0.82 >0.3283	B962-A723= 0.82 >0.3283	C632-D548=0.562>0.3283
E496-B962= 0 <0.3283		

Con estos resultado se determina que son más aceptada en cuanto a olor las muestra E496 técnica de industrialización al vacío y atmosfera modificada con diferencias significativas con el resto de muestras, seguido de la muestra A723 (pasta) más aceptada que C632 (dip) y D548 (pesto), y por último siendo más aceptada C632 (dip) que D548 (pesto), siendo esta última la menos aceptada.

Tabla 8 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de color en las técnicas de industrialización

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	34	212	6.235294118	1.579322638
Columna 2	34	256	7.529411765	2.01426025
Columna 3	34	230	6.764705882	2.488413547
Columna 4	34	210	6.176470588	2.573975045
Columna 5	34	252	7.411764706	1.764705882

ANÁLISIS
DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	54.82352941	4	13.70588235	6.576291481	6.1863E-05	2.426438156
Dentro de los grupos	343.8823529	165	2.084135472			
Total	398.7058824	169				

Dado a qué el valor F calculado para tratamientos es de 6.5763 es superior al valor F tabulado que es de 2.4264 se llega a la conclusión de que existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los puntajes hedónicos promedio, para las cinco técnicas de industrialización, en la propiedad sensorial de color.

Tabla 9 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a color en las técnicas de industrialización

B962	E496	C632	A723	D548
7.529411765	7.411764706	6.764705882	6.235294118	6.176470588

$$\text{Amplitud} = Q \frac{\sqrt{CM(E)}}{t}$$

$$\text{Amplitud} = Q (0.2240)$$

La mayor amplitud entre las medias es de 2 por lo que se evaluarán la diferencias:

$$\text{Valor Q para 2 medias} = 3.772 * (0.2240) = 0.8452$$

B962-D548= 1.35 >0.8452	E496-D548= 1.23 >0.8452	C632-D548= 0.588 <0.8452
B962-A723= 1.29 >0.8452	E496-A723= 1.176 >0.8452	C632-A723= 0.529 <0.8452
B962-C632= 0.765 <0.8452	E496-C632= 0.64 <0.8452	A723-D548=0.058 <0.8452
B962-E496= 0.118 <0.8452		

Con estos resultados se determina que son más aceptadas en cuanto a color las muestras B962 (sellado en ATM) y E496 (sellado al vacío) mostrando diferencia significativa con las muestras de pasta y pesto. No se da diferencia significativa entre las muestras de sellado al vacío y ATM con el dip, en la aceptación en cuanto al color. Posterior a estas no se da ninguna diferencia significativa en la aceptación del resto de muestras.

Tabla 10 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de sabor en las técnicas de industrialización

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	34	191	5.617647059	3.819073084		
Columna 2	34	232	6.823529412	3.604278075		
Columna 3	34	216	6.352941176	2.47771836		
Columna 4	34	209	6.147058824	3.94741533		
Columna 5	34	239	7.029411765	2.756684492		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	42.62352941	4	10.65588235	3.20860394	0.014399924	2.426438156
Dentro de los grupos	547.9705882	165	3.321033868			
Total	590.5941176	169				

El valor F calculado para tratamientos es de 3.2086 es superior al valor F tabulado que es de 2.4264 se llega a la conclusión de que existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los puntajes hedónicos promedio, para las cinco técnicas de industrialización, en la propiedad sensorial de sabor.

Tabla 11 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a sabor en las técnicas de industrialización

E496	B962	C632	D548	A723
7.029411765	6.823529412	6.352941176	6.147058824	5.617647059

$$\text{Amplitud} = Q \frac{\sqrt{CM(E)}}{t}$$

$$\text{Amplitud} = Q (0.2240)$$

La mayor amplitud entre las medias es de 2 por lo que se evaluarán la diferencias:

$$\text{Valor Q para 2 medias} = 3.772 * (0.2622) = 0.9891$$

E496-A723= 1.412 > 0.9891	B962-A723= 1.21 > 0.9891	C632-A723= 0.735 < 0.9891
E496-D548= 0.8823 < 0.9891	B962-D548= 0.67 < 0.9891	C632-D548= 0.206 < 0.9891
E496-C632= 0.677 < 0.9891	B962-C632= 0.471 < 0.9891	A723-D548= 0.529 < 0.9891
E496-B962= 0.206 < 0.9891		

Con estos resultados se determina que es más aceptada en cuanto a sabor la muestra E496 (sellado al vacío) mostrando diferencia significativa con la muestra de A723 (pasta) siendo esta la menos aceptada. Seguido por ser más aceptada las muestras selladas con ATM (B962) sobre la pasta, con diferencia significativa.

Tabla 12 Resultado de análisis ANOVA de aceptabilidad de textura en las técnicas de industrialización

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
Columna 1	34	205	6.029411765	2.696078431			
Columna 2	34	244	7.176470588	2.513368984			
Columna 3	34	236	6.941176471	2.541889483			
Columna 4	34	209	6.147058824	3.280748663			
Columna 5	34	254	7.470588235	2.01426025			
ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	55.09411765	4	13.77352941	5.278692444	0.00050217	2.426438156	
Dentro de los grupos	430.5294118	165	2.609269162				
Total	485.6235294	169					

Tabla 13 Medias de los tratamientos evaluados en cuanto a textura en las técnicas de industrialización

E496	B962	C632	D548	A723
7.470588235	7.176470588	6.941176471	6.147058824	6.029411765

$$\text{Amplitud} = Q \frac{\sqrt{CM(E)}}{t}$$

$$\text{Amplitud} = Q (0.2240)$$

La mayor amplitud entre las medias es de 2 por lo que se evaluarán la diferencias:

$$\text{Valor } Q \text{ para 2 medias} = 3.772 * (0.2278) = 0.8592$$

E496-A723= 1.44 > 0.8592	B962-A723= 1.147 > 0.8592	C632-A723= 0.912 > 0.8592
E496-D548= 1.323 < 0.8592	B962-D548= 1.032 > 0.8592	C632-D548= 0.794 < 0.8592
E496-C632= 0.529 > 0.8592	B962-C632= 0.235 < 0.8592	A723-D548= 0.118 < 0.8592
E496-B962= 0.294 < 0.8592		

Con estos resultado se determina que es más aceptada en cuanto a textura la muestra E496 (sellado al vacío) mostrando diferencia significativa con las muestras de A723 (pasta) y D548 (pesto), más no con la muestra de sellado en ATM (962). Seguido por ser más aceptada las muestras selladas en ATM sobre pasta y pesto, con diferencia significativa. La muestra dip es más aceptada que la pasta significativamente, y la pasta y pesto de las menos aceptadas en cuanto al color sin diferencia significativa.

7. CONCLUSIONES

- Los métodos de industrialización de la flor de loroco que garantizaron haberse procesado sin ningún tipo de contaminación microbiológica en el día cero (0), lo que hace referencia al día en que se procesaron dichas muestras, fueron: el método de pesto de loroco y dip de loroco, ya que, en ambas metodologías se aplica un proceso término por cinco minutos lo que elimina una cantidad más grande de agentes contaminantes en el producto final.
- En los métodos de empacado al vacío y empacado en atmósferas modificadas indican al día cero de almacenamiento una ausencia de mohos y levaduras aunque coliformes totales con una presencia significativa, pero al día 30 los resultados fueron ausencia de mohos, levaduras y coliformes totales, lo que refleja en buen manejo del vacío o (extracción del oxígeno) al momento del proceso de envasados tanto al vacío como con atmósferas modificadas.
- El método de pasta fresca indica una nula vida de anaquel debido la contaminación que sufrió y el empacado al vacío para éste método no es apto ya que deteriora físicamente la integridad del producto y no permite que sea agradable a la vista.
- Las técnicas de industrialización sellada al vacío y sellada con ATM presentaron mayor aceptación en cuanto a las propiedades organolépticas, olor, color, sabor y textura.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis microbiológicos intermedios a los métodos de industrialización con una vida útil más prolongada ya que en ésta investigación se realizaron al día cero y al día 30 del estudio para certificar la inocuidad del método en una cadena de producción diaria, si se ponen en marcha los procesos factibles según ésta investigación.
- Realizar un estudio de perfectibilidad o costo beneficio de las técnicas de industrialización de sellado al vacío y sellado con atmosfera modificada con nitrógeno grado médico ya que dichas pruebas fueron las más aceptadas en cuanto propiedades organolépticas.
- Realizar más análisis fisicoquímicos y sensoriales para obtener un registro de cambios relacionados a la calidad de cada método de industrialización de la flor de loroco que se lleve a la práctica.
- Realizar una modificación de la fórmula de pasta fresca con variación de loroco y evaluar el método de envasado del mismo para que sea un producto factible para su industrialización.
- Realizar la implementación del método de industrialización de la flor de loroco que obtuvo mejor vida de anaquel y que sea mejor aceptado por el consumidor ya que ayudaría a la economía de las comunidades.

9. REFERENCIAS

- AGQ Labs España Agroalimentaria. (2015). Estudios de Vida Útil en Alimentos. *AGQ Labs*.
- Alarcon, E. H. (2005). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAID-*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0254.pdf
- Arteaga Peñafiel, M. U. (2015). *DIP DE GARBANZO (Cicerarietinum), CON TOMATE (Lycopersicon esculentum, Mill) DESHIDRATADO*. Tesis de grado.
- Barrios Martinez, S. M. (2007). *Evaluación Agroeconómica de métodos de propagación de loroco (Fernaldia Pandurata) y su producción en el Departamento de Retalhuleu*. Tesis ing. Agrónomo , Departamento de Retalhuleu.
- Castellanos, L. F. (2016). *Universidad la Salle Bogotá*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1062&context=ing_alimentos
- CENTA. . (2002). *Guía Técnica del Cultivo de Loroco*. Salvador. Salvador.
- Dickie, J. (2015). ¡Delizia!: La historia épica de la comida italiana. En R. House (Ed.), *¡Delizia!: La historia épica de la comida italiana* (pág. 400). España: Penguin Random House Grupo Editorial España.
- Espíritu, N. L. (10 de 2015). *Repositorio de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7422/T20607%20%20LOPEZ%20ESP%C3%8CRITU%2C%20NANCY%20%2063647.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, C. A. (09 de 2010). *Repositorio Universidad autónoma agraria Antonio Narro*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/505/62338s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, J. S. (1978). *Congreso de Ingenieros Agrónomos de El Salvador*. Congreso , El Salvador .
- Fundación Wikimedia, I. (04 de 09 de 2018). *Wikipedia enciclopedia libre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Pesto>
- Giraldo Gómez, G. I. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos* . Trabajo presentado como requisito parcial para optar a la categoría de Profesor

- Asociado, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Ciencias , Colombia.
- Gómez, G. I. (1999). *Universidad Nacional de Colombia* . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/51276/1/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf>
- Gómez, G. I. (1999). *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias y Administración*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/51276/1/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf>
- Granados, L. E., Rosales, C. A, Duarte, J. M. (2019). *CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA IN SITU DEL CULTIVO DE LOROCO* .
- INTAGRI S.C. (s.f.). *INTAGRI S.C.* Recuperado el 07 de 11 de 2018, de <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/atmosferas-controladas-y-modificadas-en-postcosecha>
- León García, M. L. (2013). *Creación de unna empresa alimenticia salsas ¡Mamma Mía! en la ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- López Alonso R., T. Z. (s.f.). *Tecnología de Envasado y Conservación de Alimentos*. Ensayo, Laboratorio de Procesos Químicos de CARTIF.
- López, M. A., & Chavez, C. A. (2018). *Estudio de las técnicas de preservación de la flor de loroco (Fernaldia pandurata Woodson) y su mercado potencial*. Investigación de cadena de Loroco, CRIA ORIENTE, Zacapa, Zacapa.
- Mánfugas, D. C. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. (D. C. Morales, Ed.) Habana , El Vedado, Cuba: Editorial Universitaria.
- Martínez, E. G. (s.f.). *Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación*. ETSIAMN. Universitat Politècnica de València, Valencia.
- Mora Guzman, A. C. (2012). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE COCCIÓN Y CALIDAD SENSORIAL DE PASTA ELABORADA A PARTIR DE MEZCLAS DE SÉMOLA DE TRIGO Y HARINA DE QUINUA*. MEDELLIN.
- Morataya López, M. A., Rosales Gomez, C. A., & Vázquez Chávez, E. S. (2018). *Estudio de las técnicas de preservación de la flor de loroco (Fernaldia pandurata Woodson) y su mercado potencial*. IICa, Zacapa.

- Morataya, M. A., Rosales, C. A., Vásquez, E. S. (2018). *Estudio de las técnicas de preservación de la flor de loroco (Fernaldia pandurata Woodson) y su mercado potencial. Investigación de cadena de Loroco*. Zacapa, Guatemala.
- Orellana, J. A. (12 de 2007). *Determinación acelerada de la vida en anaquel de la rosquilla hondureña*. Honduras.
- P.I., A. P. (17 de jun de 2009). *Palatifini Associazione Culturale e gastronomica*. Obtenido de https://web.archive.org/web/20120302100106/http://www.pestochampionship.it/it/i_pesto/laricettaufficialedelecampionato/40.html
- Paine, F. A., & Y., H. (1 de 02 de 2009). *Industria Alimenticia*. Obtenido de <https://www.industriaalimenticia.com/articles/84200-empaque-de-atmosfera-modificada>
- Piagentini, A. M. (1999). *Biblioteca virtual unl*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/211/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinto Nicolás, d. I. (2016). Utilización del método de conservación bajo atmósferas controladas en frutas y hortalizas. *Agroindustrial Science*, 236.
- Pinzón, C. T. (2010). *EVALUACIÓN DEL RECHAZO DE FLOR DE LOROCO (Fernaldia pandurata) DESHIDRATADA PARA ELABORAR SABORIZANTE ESPESANTE EN POLVO*. Tesis de grado, Guatemala, Guatemala.
- Pinzón, C. T. (06 de 2010). *Evaluación del rechazo de flor de loroco deshidratada para elaborar saborizante-espesante en polvo*. Universidad San Carlos de Guatemala.
- R .López Alonso, T. T. (NF). (L. d. CARTIF, Productor) Obtenido de [https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20\(1\).pdf](https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20(1).pdf)
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). ANÁLISIS SENSORIAL: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 21.
- Salazar Salguero, M. L. (02 de 2013). *Biblioteca Universidad Rafael Landívar Tesario*. Recuperado el 06 de 11 de 2018, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/04/Salazar-Mario.pdf>
- Torralba Gonzales, A. (2013). *Efecto del empaclado y al vacío y del almacenamiento a bajas temperaturas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la*

pitaya (Stenocereus pruinosus). Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de La Mixteca, Huajuapán de León México.

Valencia Club Cocina. (19 de abril de 2012). *Valencia Club Cocina*. Obtenido de <https://www.valenciaclubcocina.com/historia-de-la-pasta-el-secreto-esta-en-la-harina/#:~:text=La%20historia%20m%C3%A1s%20reconocida%20de,viajes%20a%20China%2C%20en%201271.&text=Por%20lo%20tanto%2C%20la%20pasta,etruscos%20y%20de%20los%20romanos>.

Wikipedia. (2019). *Fundación Wikimedia, Inc.* Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Prote%C3%ADna>

Yac, E. (1993). *Características agronómicas del cultivo de Loroco (Fernaldia pandurata) Woodson, en zonas secas y muy secas de El Progreso y Zacapa. Tesis.*

9. ANEXOS



Imagen 7 Posterior a desinfección, secado de la Flor de loroco



Imagen 8 Pesado para procesamiento de muestra



Imagen 9 *Procesamiento de la muestra*



Imagen 10 Preparación de pesto



Imagen 11 *Preservación de pesto*



Imagen 12 Preparación de pasta



Imagen 13 Tratamiento de secado de muestras



Imagen 14 Incubación de muestras



Imagen 15 Incubación de muestras



Imagen 16 Potenciómetro para medir pH



Imagen 17 Incubadora para almacenar muestras



Imagen 18 Evaluación sensorial de aceptación



Imagen 19 Muestras en prueba de aceptabilidad



Ilustración 20 Prueba sensorial de aceptabilidad



Imagen 22 Compra de flor de loroco



Imagen 21 Lote de muestras de Dip y pesto de loroco



Imagen 23 Prueba piloto de envasados



Imagen 24 Proceso de toma de pH a muestra



Ilustración 26 Muestras etiquetadas a almacenar



Imagen 25 Pesado muestra para porcentaje de humedad

10. APENDICES

10.1 Apéndice A. Etiqueta de identificación de muestras

Etiqueta de identificación de muestras

Técnicas de preservación de la flor de loroco	
Tipo de envasado	
Temperatura de almacenaje	
Fecha de envasado	
Hora	
Peso No.1	

Fuente: *elaboración propia, 2019*

10.2 Apéndice B. Formato de recolección de datos físico-químicos

Tipo de envasado: _____

Fecha toma de muestra: _____ Hora: _____

Análisis Físico-químicos

Tipo de análisis	Resultado Método No.1
Porcentaje de humedad (%)	
Peso (kg)	
pH	
Temperatura de almacenamiento (°C)	

Observaciones: _____

Fuente: *elaboración propia, 2018*

10.3 Apéndice C. Formato de recolección de datos análisis microbiológicos

Tipo de envasado:

Fecha toma de muestra: _____ Hora toma de muestra: _____

Análisis Microbiológico

Tipo de análisis	Método No.1:	
	Resultados	
	<i>Ausencia/Presencia</i>	<i>(ufc/gr) o NMPC</i>
Mohos y levaduras		
E. Coli y Coliformes		

Ufc: unidades formadoras de colonia

NMPC: Muy numerosas para contar

Observaciones/ Conclusiones:

Fuente: *elaboración propia, 2018*

10.4 Apéndice D. Formato de recolección de datos análisis sensorial en evaluación de vida de anaquel

Nombre de analista: _____

Tipo de envasado: _____

Fecha toma de muestra: _____ Hora: _____

Análisis Sensorial

<i>Tipo de análisis</i>	<i>Resultado (acceptable / No acceptable)</i>
<i>Color</i>	
<i>Sabor</i>	
<i>Textura</i>	
<i>Olor</i>	

Observaciones:

Nombre de analista:

Fuente: elaboración propia, 2019

10.5 Apéndice E. Formulario de evaluación sensorial

Nombre:				
Fecha:				
INSTRUCCIONES				
<p>Frente a usted se presentan dos muestras de flor de loroco. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.</p>				
Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría	
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente	
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente	
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho	
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente	
5	no me gusta ni me disgusta			
CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Fuente: (Ramírez-Navas, 2012), 2019