



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS

TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE
ESENCIAL DE CHIRARÁN EN LA PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD
ORGANOLÉPTICA DE ALIMENTOS CÁRNICOS

PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CONSERVACIÓN Y ENVASADO DE PRODUCTOS

AUTOR

NICOLE MIELES

ASESOR

MGT. VERÓNICA YÁNEZ

MARZO, 2023

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE GRÁFICOS	5
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	5
RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Aceites esenciales	11
2.1.1. Clasificación de los Aceites Esenciales.....	11
2.1.2. Métodos de Extracción de los Aceites Esenciales	11
2.1.3. Propiedades de los Aceites Esenciales.....	12
2.1.4. Aplicaciones de los Aceites Esenciales.....	13
2.2. Enranciamiento Oxidativo en Productos Cárnicos.....	13
2.2.1. Daño Oxidativo en Lípidos	14
2.2.2. Daño Oxidativo en Proteínas	14
2.2.3. Radicales Libres y Especies Reactivas.....	14
2.3. Antioxidantes	15
2.3.1. Clasificación de los Antioxidantes	15
2.3.2. Aplicación de Antioxidantes en Alimentos de Origen Animal	16
2.3.3. Determinación de la Actividad Antioxidante	16
2.4. Especies Vegetales de la Provincia de Esmeraldas	17
2.4.1. Chirarán (<i>Ocimum micranthum</i>)	17
2.4.2. Descripción Botánica.....	17
2.4.3. Aplicaciones del Chirarán.....	18
2.4.4. Composición Físicoquímica del Chirarán	18
2.5. Bases Legales	19

2.6. Estudios Previos	20
3. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.1. Tipo de Investigación	22
3.2. Métodos de Investigación	23
3.2.1. Materiales y Diseños Experimentales	23
3.2.1.1. Materia Prima.	23
3.2.1.2. Extracción del Aceite Esencial.....	23
3.2.1.3. Caracterización de Propiedades Fisicoquímicas y Fenólicas del Aceite Esencial.	23
3.2.1.4. Diseño Experimental para el Grado de Oxidación Lipídica.....	24
3.2.1.5. Diseño Experimental para el Análisis Sensorial.....	24
3.3. Técnicas e Instrumentación	24
3.3.1. Fuentes de Información.....	24
3.3.2. Recolección de Datos	24
3.4. Fases del Proceso Investigativo	25
4. CAPÍTULO III: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE CHIRARÁN.....	27
4.1. Obtención de la Materia Prima	27
4.2. Preparación de la Materia Prima	27
4.3. Extracción del Aceite Esencial.....	27
4.5. Determinación de Propiedades Fisicoquímicas y Actividad Antioxidante ..	28
4.5.1. Evaluación de la Actividad Antioxidante.....	29
4.5.2. Análisis de Composición Fenólica.....	30
4.6. Resultados.....	30
5. CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.....	32
5.1. Obtención de la Materia Prima	32
5.2. Formulación de las Hamburguesas de Carne de Res	32

5.3. Determinación del %Grasa e Índice de Oxidación Lipídica	32
5.3.1. Análisis del Porcentaje de Grasa	32
5.3.2. Análisis de Índice de Peroxidación.....	33
5.4. Diseño Experimental.....	34
5.4.1. Análisis de Varianza aplicando DBCA para %Grasa /Tratamiento	34
5.4.2. Análisis de Varianza aplicando DBCA para IP/Tratamiento	35
5.6. Resultados.....	35
6. CAPÍTULO V: EVALUACIÓN SENSORIAL.....	39
6.1. Descripción.....	39
6.2. Proceso de Evaluación	39
6.3. Diseño Experimental.....	40
6.4. Resultados.....	40
7. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	44
7.1. Aceite Esencial de Chirarán.....	44
7.2. Índice de Peróxido en las Hamburguesas	45
7.3. Evaluación Sensorial	46
7.4. Mejor Tratamiento.....	47
8. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
8.1. CONCLUSIONES	48
8.2. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	56
Anexo A: Ficha de Análisis Documental	56
Anexo B: Ficha de escala hedónica para el análisis sensorial.....	57
Anexo C: Fotografías	58
Anexo D: Resultados de Laboratorio.....	63
Anexo E: Pruebas Estadísticas.....	68

Prueba de Homocedasticidad – Análisis %Grasa e IP	68
Prueba de Normalidad – Análisis %Grasa e IP	69
Prueba de Homocedasticidad – Análisis Evaluación Sensorial.....	69
Prueba de Normalidad – Análisis Evaluación Sensorial.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Métodos de extracción de aceite esencial</i>	12
Tabla 2: <i>Principales especies reactivas del oxígeno</i>	15
Tabla 3: <i>Clasificación de antioxidantes de acuerdo con su naturaleza</i>	16
Tabla 4: <i>Clasificación taxonómica de Ocimum micranthum</i>	17
Tabla 5: <i>Características fisicoquímicas cuantitativas de Ocimum micranthum</i>	18
Tabla 6: <i>Características fisicoquímicas cualitativas de Ocimum micranthum..</i>	18
Tabla 7: <i>Rendimiento de aceite esencial obtenido a partir de Ocimum micranthum</i>	30
Tabla 8: <i>Propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante del A.E de Ocimum micranthum</i>	31
Tabla 9: <i>Formulación de hamburguesas de carne de res</i>	32
Tabla 10: <i>Porcentaje de grasa/Tratamiento en un período de 14 días</i>	34
Tabla 11: <i>Índice de peroxidación/Tratamiento en un período de 14 días</i>	35
Tabla 12: <i>Cuadro de análisis de varianza %Grasa de las muestras sometidas a los distintos tratamientos</i>	36
Tabla 13: <i>Prueba Tuckey de comparación múltiple para %Grasa/Tratamiento</i>	36
Tabla 14: <i>Cuadro de análisis de varianza de IP de las muestras sometidas a los distintos tratamientos</i>	37
Tabla 15: <i>Prueba Tuckey de comparación múltiple para IP/Tratamiento</i>	37
Tabla 16: <i>Porcentaje de adición de Aceite Esencial por Muestra</i>	39
Tabla 17: <i>Tabla de Frecuencias - Sexo</i>	40
Tabla 18: <i>Análisis de varianza – Aspecto Color</i>	41
Tabla 19: <i>Análisis de varianza – Aspecto Aroma</i>	41
Tabla 20: <i>Análisis de varianza – Aspecto Sabor</i>	42
Tabla 21: <i>Análisis de varianza – Aspecto Textura</i>	42
Tabla 22: <i>Prueba de comparación múltiple de Tukey</i>	43

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Diagrama de flujo – Extracción de aceite esencial de Chirarán.....</i>	28
Gráfico 2: <i>Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T1</i>	37
Gráfico 3: <i>Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T2</i>	38
Gráfico 4: <i>Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T3.....</i>	38
Gráfico 5: <i>Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T4.....</i>	38

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: <i>Equipo destilador.....</i>	58
Fotografía 2: <i>Mezcla de Hidrolato y aceite esencial.....</i>	58
Fotografía 3: <i>Producto final – Aceite Esencial</i>	59
Fotografía 4: <i>Materiales para la elaboración de las hamburguesas.....</i>	59
Fotografía 5: <i>Hamburguesas Tratamiento 3 – 0,3% A.E Chirarán.....</i>	60
Fotografía 6: <i>Etiquetado y sellado de las muestras</i>	60
Fotografía 7: <i>Evidencia I – Análisis Sensorial.....</i>	61
Fotografía 8: <i>Evidencia II – Análisis Sensorial.....</i>	61
Fotografía 9: <i>Evidencia III – Análisis Sensorial.....</i>	62
Fotografía 10: <i>Evidencia IV – Análisis Sensorial.....</i>	62

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en determinar las propiedades fisicoquímicas y funcionales del aceite esencial de Chirarán y su efecto en la preservación de la calidad organoléptica de alimentos cárnicos. Para ello, se adoptó un enfoque metodológico inductivo, experimental y cuantitativo; así como la utilización de dos diseños experimentales: el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para analizar el índice de peróxidos de los tratamientos y un análisis de varianza simple para la evaluación sensorial.

Los resultados demostraron que el aceite esencial de Chirarán extraído mediante destilación por arrastre de vapor presenta propiedades antioxidantes moderadas y una cantidad significativa de fenoles totales. Asimismo, se observó que el tratamiento T3 (0,3% de A.E Chirarán) mantuvo un comportamiento lineal en la oxidación lipídica de las hamburguesas. Además, se descubrió que la adición de aceite esencial en la carne de res causó alteraciones en las características organolépticas, en particular en el aroma y sabor, siendo las muestras HRC0 (Blanco) y HRAC5 (0,3% de A.E Chirarán) las que obtuvieron una mejor aceptación por parte de los panelistas.

En conclusión, se puede afirmar que el aceite esencial de Chirarán es potencialmente útil como agente preservante de alimentos cárnicos, pero es necesario llevar a cabo más investigaciones para optimizar su adición y preservación de la calidad organoléptica.

Palabras clave: Aceite esencial de Chirarán, antioxidante, preservación, alimentos cárnicos, calidad organoléptica.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la conservación de productos cárnicos, los fenómenos asociados a la oxidación de lípidos y proteínas inciden en el tiempo de su vida útil, provocando alteraciones de color y aparición de olores y sabores desagradables que reducen la calidad organoléptica del producto final (Bou et al., 2009), lo que repercute en la aceptación de los consumidores que buscan calidad e inocuidad en los alimentos que adquieren.

De igual manera, la creciente demanda de los consumidores por adquirir productos con la menor cantidad de aditivos sintéticos ha llevado a que surja la necesidad en las industrias alimentarias por encontrar métodos de conservación que no contengan sustancias dañinas y que inhiban la oxidación de las grasas, las proteínas y la pérdida de las características organolépticas en los alimentos (Arango et al., 2012).

Asimismo, la utilización de antioxidantes de origen natural y que estos, a su vez, le provean al cuerpo humano beneficios al momento de consumir un alimento, son características que juegan un papel importante en el campo de desarrollo y elaboración de alimentos. Por consiguiente, empieza a destacarse el interés científico por los aceites esenciales y su amplia variedad de propiedades, por los cuales son actualmente utilizados en las diferentes industrias (Loor, 2017).

Ahora bien, Esmeraldas es una de las provincias del Ecuador que posee una amplia biodiversidad, tanto en flora como en fauna: tal es el caso de las plantas silvestres que crecen en abundancia en la provincia de Esmeraldas, específicamente, la planta de Chirarán (*Ocimum micranthum*), la cual es conocida y valorada por las personas locales que destinan sus usos principalmente para platillos gastronómicos, aromatizantes y preparados farmacológicos reservados a infusiones para tratar problemas respiratorios (Preciado & Villacis, 2020).

Conjuntamente, se han presentado estudios relacionados con productos derivados de la planta, como lo es su aceite esencial, en los que se demuestra su evidente efecto repelente contra patógenos humanos, hongos, insectos y larvas; al igual que una marcada actividad antioxidante atribuida a la presencia

de compuestos fenólicos como el eugenol, timol y carvacrol (Jaramillo et al., 2014).

Es debido a las propiedades y funciones antes citadas que se hace necesario plantear la siguiente interrogante: ¿Es posible que, mediante el estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del aceite esencial de la planta de Chirarán, se obtenga un antioxidante natural que preserve las características organolépticas de los productos cárnicos?

De esta manera, y en función de lo que se considera el planteamiento general del problema, surgen al mismo tiempo incógnitas como: ¿Qué método de extracción permitirá conservar las propiedades fisicoquímicas y funcionales del aceite esencial de Chirarán?, ¿podrá el aceite esencial controlar el enranciamiento oxidativo de lípidos en los productos cárnicos? y ¿cómo identificar si la adición del aceite esencial afecta a las propiedades organolépticas del producto final?

Con el fin de justificar la investigación en curso, se ha considerado la biodiversidad que posee la provincia de Esmeraldas y la necesidad de estudiar las especies silvestres mediante la extracción de sus aceites esenciales, los cuales podrían utilizarse como complementos para productos alimenticios, basados en el conocimiento de las diversas propiedades que poseen estos aceites, como su capacidad antioxidante debido a la naturaleza de sus compuestos volátiles, los cuales varían dependiendo del material vegetal del que provenga el aceite esencial y el método de extracción que se utilice para su obtención.

Por tales motivos, en esta investigación, se llevó a cabo un análisis del uso del aceite esencial del Chirarán como antioxidante en alimentos cárnicos, con un enfoque en la importancia del control del estrés oxidativo para la conservación de los alimentos y, asimismo, se buscó comprobar el uso del aceite esencial como aditivo que realce las propiedades organolépticas del producto final.

A razón de lo anteriormente mencionado, como objetivo general se pretendió analizar las propiedades fisicoquímicas y funcionales del aceite esencial de Chirarán que contribuyan a la preservación de la calidad organoléptica de alimentos cárnicos.

Conjuntamente y para un mejor desenvolvimiento del presente trabajo investigativo, se contó con tres objetivos específicos detallados a continuación, siendo estos las metas que se intentaron alcanzar con el fin de cumplir con el objetivo principal:

- Obtener mediante la extracción por arrastre de vapor aceite esencial de Chirarán con el fin de utilizarlo en análisis posteriores en donde se evalúen sus propiedades fisicoquímicas y funcionales.
- Evaluar el grado de oxidación lipídica en hamburguesas de carne de res sometidas a distintas concentraciones de aceite esencial de Chirarán mediante análisis de índice de peróxidos.
- Valorar las alteraciones organolépticas de la hamburguesa de carne de res ocasionadas por la adición del aceite esencial de Chirarán mediante la realización de una evaluación sensorial.

Como punto final, la investigación se encuentra estructurada en siete capítulos resumidos a continuación:

Capítulo I: Conformado por el marco teórico en el que se destacan tanto aspectos relevantes sobre los aceites esenciales, la importancia de los antioxidantes en los alimentos y las alteraciones que produce el estrés oxidativo en los productos cárnicos; así como las bases legales y los estudios previos en los que se apoya el estudio.

Capítulo II: Puntualización de la metodología y los métodos de investigación en conjunto con las técnicas de recolección de datos, instrumentos usados, plan de experimentación y monitoreo del estudio.

Así pues, para los posteriores apartados, se profundiza en la aplicación de los instrumentos y la obtención de los resultados en base a los objetivos planteados. Cada objetivo específico conforma un capítulo en la investigación, siendo estos:

Capítulo III: Manejo y caracterización de la materia prima, método de extracción del aceite esencial y los parámetros fisicoquímicos que se tomaron en cuenta para clasificar las propiedades del aceite esencial obtenido.

Capítulo IV: Planteamiento del diseño experimental para la formulación y preparación de las hamburguesas de carne de res con diferentes porcentajes de concentración del aceite esencial y realización de análisis de índice de peróxidos.

Capítulo V: Ejecución de la evaluación sensorial con el propósito de identificar los posibles cambios que se pueden presentar en las propiedades organolépticas de la hamburguesa al momento de adicionar el aceite esencial de Chirarán.

Capítulo VI: Discusión y comparación de los resultados obtenidos durante las etapas de experimentación en base a los estudios previos.

Para finalizar, el documento cuenta con un séptimo capítulo donde se describen las conclusiones y recomendaciones abordando los resultados obtenidos; además, se destinó una sección de Referencias y otra de Anexos en la que se especifican los instrumentos, las fichas que se utilizaron para la entera realización del estudio en cuestión, evidencias fotográficas, resultados de los análisis de laboratorio y demás análisis estadísticos.

2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son líquidos hidrofóbicos de bajo peso molecular que se encuentran en las células epidérmicas de las plantas conformados por metabolitos secundarios que contienen compuestos volátiles como alcoholes, ácidos fenoles, ésteres, éteres y terpenos; sustancias responsables del aroma de las plantas (Ruíz, 2019).

2.1.1. Clasificación de los Aceites Esenciales

La clasificación de los aceites esenciales se basa en tres criterios importantes: origen, consistencia y naturaleza química.

De acuerdo con su origen, los aceites esenciales pueden provenir de manera natural o de fuentes artificiales y sintéticas mediante la transformación de sus compuestos;

La consistencia permite determinar la estructura química de los compuestos volátiles de los aceites esenciales a temperatura ambiente pudiendo encontrarse en estado líquido, espeso, semisólido y sólido;

Por último, la complejidad de su naturaleza química varía constantemente debido a la presencia de componentes mayoritarios como los monoterpenoides, sesquiterpenoides y fenilpropanoides; y compuestos minoritarios como los compuestos alifáticos (Martínez, 2003).

2.1.2. Métodos de Extracción de los Aceites Esenciales

Montoya (2010) en su estudio "*Aceites Esenciales: Una alternativa de diversificación para el eje cafetero*" explica que los aceites esenciales pueden obtenerse por medio de distintos métodos de extracción (Tabla 1) y que estos se aplican dependiendo de la variedad vegetal, familia botánica o parte de la planta que se esté manejando. Pueden ser tanto físicos como químicos y su correcta aplicación es lo que permitirá determinar la calidad del producto final.

Tabla 1:*Métodos de extracción de aceite esencial*

Tipo	Subtipo	Producto
Métodos directos	Extracción	Aceites esenciales cítricos
	Exudación	Gomas, resinas y bálsamos
Destilación	Por arrastre de vapor de agua	Aceites esenciales y aguas aromáticas
	Hidrodestilación	
	Agua - vapor o vapor húmedo	
	Previa a maceración	
Extracción con solventes	Al vacío	Absolutos de pomadas Concretos y absolutos Absolutos de enflorados
	Molecular	
	Maceración en grasa	
	Uso de solventes volátiles	
	Por fluidos supercríticos	
	Enfloración o Enfleurage	

Fuente: Adaptado de Montoya (2010)

2.1.3. Propiedades de los Aceites Esenciales

Bandoni et al. (2003) en su libro “*Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica y su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*”, comentan que las propiedades que se atribuyen a los aceites esenciales están relacionadas con la configuración química de sus compuestos, denotando las siguientes propiedades:

- Propiedades digestivas y respiratorias: Algunos aceites esenciales permiten regular el metabolismo gastrointestinal mejorando la absorción de nutrientes y prevenir la acidez estomacal;
- Propiedades antirreumatológicas, antineurálgicos y antiespasmódicas: La capacidad antirreumática que poseen los aceites esenciales permite utilizarlos de manera local en masajes y emplastos para tratar afecciones articulares;
- Propiedades sedantes y estimulantes: Algunos aceites esenciales poseen propiedades ansiolíticas lo que permite usarlos como sedantes para tratar el insomnio, tal es el caso del aceite de lavanda; mientras que esencias como las del romero provocan el estímulo del sistema nervioso aumentando la concentración y la actividad motora;

- Propiedades antioxidantes: Algunos compuestos fenólicos presentes en los aceites esenciales tienen la capacidad de reducir los fenómenos oxidativos de lípidos y proteínas;
- Propiedades antimicrobianas: La presencia de compuestos fenólicos en los aceites esenciales permite la liberación de activos que influyen en la destrucción de la pared celular de las bacterias.

2.1.4. Aplicaciones de los Aceites Esenciales

La importancia de los aceites esenciales en las industrias es extensa debido a las múltiples propiedades que poseen, convirtiéndolas en materias primas indispensables tanto a nivel cotidiano como a escala industrial. Flores (2010) mencionan algunas de las aplicaciones más importantes:

- Industria farmacéutica: Empleados como principios activos en la producción de Anetol, Eugenol y como medicina complementaria para tratar infecciones e inflamaciones;
- Industria alimentaria: Su uso se relaciona con propiedades aromatizantes y saborizantes;
- Industria cosmética y de perfumería: Utilizados como aromatizantes en las cuales se aprovechan sus propiedades terapéuticas y antisépticas para la elaboración de productos naturales;
- Industria de biocidas e insecticidas: Destinados para la fabricación de herbicidas, insecticidas desodorantes, desinfectante, repelentes y controladores de plaga.

2.2. Enranciamiento Oxidativo en Productos Cárnicos

La oxidación lipídica en carnes y productos derivados influye en la disminución del valor nutricional y la alteración de sus propiedades organolépticas las cuales generan consecuencias perjudiciales para la salud del consumidor.

Los principales factores que generan la aparición de dichos fenómenos oxidativos en la carne y derivados son la exposición a la luz y al oxígeno; este último *“contribuye al inicio de un tipo de daño celular conocido como estrés oxidativo, consecuencia de un desequilibrio entre la producción de especies reactivas y los mecanismos de defensa antioxidante”* (Armenteros et al., 2017).

2.2.1. Daño Oxidativo en Lípidos

Brito (2019, p. 6) y González et al. (2000, pp. 4 – 5) definen el proceso de enranciamiento de las grasas como lipoperoxidación, el cual consiste en el daño de los tejidos membranales de la célula provocando alteraciones en la permeabilidad de la membrana plasmática y la pérdida de los organelos celulares. Esta oxidación puede ser influenciada por la presencia de varias especies reactivas del oxígeno (ROS) como el anión superóxido (O_2^-), el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo (OH); los cuales atacan las estructuras de los lípidos formadas por ácidos grasos poliinsaturados, ubicados predominantemente en la membrana celular.

2.2.2. Daño Oxidativo en Proteínas

Al igual que los lípidos, las proteínas presentes en la carne son susceptibles al daño oxidativo, generando como consecuencia la modificación de aminoácidos y mayor susceptibilidad a la proteólisis.

La oxidación de proteínas con más grupos tioles (-SH) y la acumulación de proteínas resistentes a la degradación, son las causas principales de las modificaciones que se dan en los mecanismos proteolíticos, favoreciendo a la acumulación de proteínas dañadas y, con el pasar del tiempo, dar como consecuencias el aumento de la velocidad de oxidación y la degradación de la capacidad degradativa de las mismas (González et al., 2000).

2.2.3. Radicales Libres y Especies Reactivas

Un radical libre es un compuesto químico, sea este una molécula o un átomo, altamente reactivo que posee uno a más electrones no apareados, con una estimación de vida biológica de microsegundo, pero capaz de reaccionar con moléculas de su alrededor ocasionando daños en membranas y tejidos celulares (Mariaca et al., 2016, p. 163).

Por otro lado, Londoño (2012) define a las Especies Reactivas del Oxígeno (Tabla 2) como “*radicales libres que presentan una reactividad más elevada que el oxígeno molecular, de gran abundancia procedente de la respiración aeróbica y partícipes de procesos degenerativos como el deterioro de los alimentos y el envejecimiento celular*” (p. 15).

Tabla 2:*Principales especies reactivas del oxígeno*

Especies reactivas del oxígeno (ROS) radicales		Especies reactivas del oxígeno (ROS) no radicales	
Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre
O ₂ ^{•-}	Anión superóxido	¹ O ₂	Oxígeno singlete
OH [•]	Hidroxilo	O ₃	Ozono
		H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrógeno

Fuente: Adaptado de Londoño (2012)

Adicional a lo anteriormente mencionado, se han reconocido otro tipo de especies reactivas que, de acuerdo con Brito (2019), se identifican como “*especies reactivas de nitrógeno (RNS), de cloro (RCIS) y de bromo (RBrS)*” (p. 9), las cuales se originan de procesos celulares normales como la relajación de los músculos, la agregación de las plaquetas, el control del sistema inmune, la fagocitosis, la producción de energía, entre otros.

2.3. Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos químicos que, presentes en bajas concentraciones, son capaces de prevenir o retardar significativamente los procesos de oxidación en las células (Sarmiento, 2020).

2.3.1. Clasificación de los Antioxidantes

En su estudio “*Antioxidantes en los Alimentos*”, Crescenio & Alfaro (2017) clasifican a los antioxidantes en cuatro grupos importantes:

- Por su Interacción con los Agentes Oxidantes: Antioxidantes primarios, los cuales reducen el daño ocurrido en las membranas biológicas del ADN; antioxidantes secundarios, se encargan de impedir la expansión de los radicales libres; y antioxidantes terciarios, encargados del daño ocasionado por los radicales libres optimizando la reparación del ADN;
- Por su Naturaleza: Antioxidantes que se pueden encontrar tanto en su forma natural, principalmente en los alimentos de origen vegetal; como por medio de síntesis químicas, mayormente manipulados en la industria alimentaria debido a su eficacia y ventaja económica;

- Por su Origen: Aquellos antioxidantes que pueden ser sintetizados por el organismo y los que se obtienen de fuentes externas mediante la ingesta de alimentos;
- Por su Solubilidad: Aquellos antioxidantes capaces de reaccionar con los oxidantes presentes en el citoplasma celular, conocidos como hidrosolubles; y los antioxidantes liposolubles, los cuales se encargan de proteger la membrana de las células de la lipoperoxidación (pp. 3 – 6).

2.3.2. Aplicación de Antioxidantes en Alimentos de Origen Animal

Como se mencionó anteriormente, los principales factores que originan la aparición de fenómenos oxidativos en la carne y sus derivados son la exposición al oxígeno y la luz, dando inicio al desequilibrio del mecanismo de defensa antioxidante y el aumento de la producción de especies reactivas. Por tal motivo, la industria cárnica ha recurrido a emplear antioxidantes tanto de origen natural como sintético (Tabla 3) con el propósito de “prevenir la aparición de olores y sabores desagradables o la pérdida de vitaminas y aminoácidos que alteren la calidad organoléptica del producto final” (Armenteros et al., 2020, p. 65 - 66).

Tabla 3:

Clasificación de antioxidantes de acuerdo con su naturaleza

Sintético	Natural	
	Hidrosoluble	Liposoluble
BHT	Vitamina C	Vitamina E
BHA	Tocoferoles	Carotenoides
TBHQ		
Ácido Ascórbico		

Fuente: Adaptado de Armenteros et al. (2020)

2.3.3. Determinación de la Actividad Antioxidante

Para Brito (2019, p. 18) los métodos para la determinación de actividad antioxidante más comunes se clasifican en dos grupos: los exámenes basados en transferencia de electrones (SET), los cuales se realizan a partir de la transmisión de un electrón para reducir un compuesto; y los exámenes basados en la transferencia de átomos de hidrógeno (HAT), que permiten medir la capacidad de un antioxidante para estabilizar un radical libre a través de la cesión de átomos de hidrógeno dependiendo de la energía de disociación que contenga el hidrogeno que se planea transferir.

2.4. Especies Vegetales de la Provincia de Esmeraldas

2.4.1. Chirarán (*Ocimum micranthum*)

La albahaca de monte, *Ocimum micranthum*, es una especie vegetal originaria de Centroamérica que comprende una distribución en zonas como las Antillas, México, Centro y Sudamérica (Morataya, 2006).

De acuerdo con el estudio de Zapata (2017), en la Tabla 4 se identifica la categorización taxonómica de la albahaca de monte, conocida en la provincia de Esmeraldas por el nombre común de Chirarán.

Tabla 4:

Clasificación taxonómica de Ocimum micranthum

Nivel Taxonómico	Nombre Científico
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Ocimum
Especie	Micranthum
Sinonimia	Ocimum Campechianum Ocimum Guatemalense

Fuente: Tomado de Zapata (2017)

Además, al ser considerada una especie silvestre, su propagación se da por semillas que germinan directamente en el suelo, por lo que se la conoce como maleza ambiental y agrícola; relacionado su recolección con virtudes medicinales y culinarias.

2.4.2. Descripción Botánica

Se clasifica como una hierba anual de clima cálido que comprende alturas de entre 30 a 50 cm, de hojas delgadas y oblongas de 2 a 7 cm de largo, inflorescencias de numerosos verticilos florales ubicados a lo largo del tallo de coloración blanca a lila y semillas de estructura lisa ubicadas dentro del cáliz dividida en cuatro segmentos de color café (Morataya, 2006).

2.4.3. Aplicaciones del Chirarán

Cáceres (1996), en su libro “*Plantas de Uso Medicinal en Guatemala*”, indica que algunas de las aplicaciones locales más comunes de acuerdo con las virtudes atribuidas a la planta son:

- Medicinal: Usada para tratar afecciones respiratorias y nerviosas, dolor de cabeza, inflamación, estreñimiento, indigestión, vómitos, parásitos, etc.;
- Culinario: La recolección de las hojas frescas o secas se utilizan como sazónador de comidas y ensaladas;
- Repelente: La composición química de la planta permite usarla frecuentemente para ahuyentar mosquitos;
- Otros: Droga natural obtenida de la desecación de sus hojas maduras.

2.4.4. Composición Fisicoquímica del Chirarán

Conforme a los estudios realizados por Córdova et al. (2009) y Zapata (2017), se identificaron los resultados cercanos de los principales aspectos fisicoquímicos de la planta de Chirarán destallados en las Tabla 5 y 6 a continuación.

Tabla 5:

Características fisicoquímicas cuantitativas de Ocimum micranthum

Parámetros	Resultados
Cenizas totales %	4.82 ± 0.1301
Sólidos totales %	1.78
Contenido de humedad %	10.77 ± 0.0680

Fuente: Adaptado de Córdova et al. (2009)

Tabla 6:

Características fisicoquímicas cualitativas de Ocimum micranthum

Metabolitos	Familias Fitoquímicas
Aceites	Alcaloides
Saponinas	Catequinas
Lactonas	Fenoles
Cumarinas	Taninos
Resinas	Flavonoides
Aminas	P. Amargos
Mucílagos	P. Astringentes

Fuente: Adaptado de Zapata (2017)

Asimismo, autores como Cruz (2001), Fuerte et al. (1999) y Jaramillo et al. (2014) concuerdan que, en el aceite esencial extraído de la planta, se logra identificar la presencia de cinco compuestos principales: Eugenol (20,50 – 60,37%), 1,8 cineol (0,69 – 20,02%), α - terpineol (0,03 – 7,10%), β - cariofileno (1,12 – 6,45%) y Linalool (0,43 – 2,65%); argumentando también que esta variación de porcentajes entre los compuestos se encuentra influenciada por factores externos a los cuales la planta en cuestión se encuentre expuesta, afectando directamente la cantidad de polifenoles totales, pudiendo contener de entre 30 a 35 compuestos en su composición química volátil.

2.5. Bases Legales

Para la realización de la presente investigación, de acuerdo con la Norma NTE – INEN 2392 que en la cual se establece que *“las hierbas aromáticas deben contener los aceites esenciales que caracterizan a cada una”* (NTE – INEN, N° 2392, 2017, Apartado 4), para la obtención del aceite esencial de Chirarán se tomaron en cuenta las medidas necesarias para conservar las propiedades tanto fisicoquímicas como organolépticas del producto.

Del mismo modo, la formulación y preparación de las hamburguesas de res con concentraciones de aceite esencial ofrecidas a los panelistas en el análisis sensorial están sujetas de acuerdo a lo estipulado en la norma NTE – INEN 1338 en el cual se establece que *“el producto no debe presentar alteraciones o deterioros causados por microorganismos o cualquier agente biológico, físico o químico, además debe estar exento de materias extrañas”* (NTE – INENE, N° 1338, 2012, Apartado 6.12) y que *“el producto debe elaborarse con carnes en perfecto estado de conservación”* (NTE – INEN, N° 1338, 2012, Apartado 6.13).

Por tanto, el estudio de las bases legales se centró en aspectos como la disponibilidad de alimentos sanos y que no afecten a la salud del consumidor, cumpliendo así con lo estipulado en el artículo 3 de la Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados que especifica que *“un alimento inocuo es aquel que garantiza que no causará daño al consumidor cuando se prepare o consuma de acuerdo con el uso al que se destine”* (Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesado, 2016, Artículo 3).

2.6. Estudios Previos

La evaluación de estudios previos sobre el poder antioxidante de los aceites esenciales se basó en diversos artículos e investigaciones experimentales. En uno de ellos, Armenteros et al. (2012) realizaron un estudio bibliográfico sobre la utilización de extractos y aceites esenciales de plantas ricas en compuestos fenólicos, y destacaron la presencia de propiedades antioxidantes en dichos compuestos para prevenir fenómenos oxidativos en productos cárnicos y derivados.

Por otro lado, Arango et al. (2012) evaluaron la capacidad de estabilización de radicales DPPH y ABTS del aceite esencial de orégano, y demostraron que su capacidad antioxidante era comparable con la de los antioxidantes sintéticos BHA y BHT. En un estudio posterior, Sarmiento (2020) analizó la capacidad antioxidante del aceite esencial de orégano a partir de dos pretratamientos y obtuvo resultados de concentración de fenoles de entre 29,97 - 59,63 mg EGA/g en la muestra previamente sometida a ultrasonido, así como un promedio de 50,77% de inhibición utilizando el método de reducción del radical DPPH.

En otro estudio, Perlo et al. (2020) estudiaron el efecto antioxidante del extracto de romero en diferentes concentraciones y lo compararon con el ácido ascórbico en muestras de carne de cerdo empleando dos métodos de empaquetado. Los resultados indicaron que debido a la presencia del ácido rosmarínico, componente natural del romero, los efectos antioxidantes fueron mucho más eficientes que los del ácido ascórbico.

Asimismo, Córdova et al. (2009) abordaron la relación entre la capacidad antioxidante del aceite esencial de una planta y la cantidad de compuestos fenólicos presentes en ella, y mencionaron que mientras mayor sea la cantidad de polifenoles totales presentes en una planta, menor cantidad de extracto se requiere para expresar una mayor capacidad antioxidante.

En la actualidad, esta relación se mide en base al IC_{50} , medida que indica, a partir de una gráfica del porcentaje de inhibición, la concentración en la que se neutralizan en un 50% los radicales libres del DPPH (Núñez et al., 2017).

Ahora bien, la oxidación lipídica es un problema común que puede afectar la calidad de los alimentos cárnicos.

Para garantizar la calidad y la seguridad de los productos alimenticios, se han llevado a cabo diversos estudios que evalúan la eficacia de antioxidantes naturales; es por ello que, en un estudio realizado por Astudillo (2017) investigó el efecto antioxidante del ají escabeche en la carne de chorizo ahumado. La concentración óptima de ají escabeche como antioxidante natural se determinó mediante el análisis del índice de peróxido en cuatro tratamientos diferentes. Los resultados mostraron que la concentración óptima de ají escabeche como antioxidante natural fue del 5%, ya que presentó estabilidad a la oxidación de las grasas y propiedades organolépticas en el período de análisis.

A su vez, en otro estudio, González et al. (2020), se evaluó la incorporación de propóleos como antioxidante natural en la carne utilizando el método del Ácido Tiobarbitúrico. Los resultados indicaron que una cantidad de 200mg fenoles de propóleo/Kg de carne fue efectiva en la prevención de la oxidación lipídica y que su eficacia era similar a la del antioxidante comercial BHT.

Como último punto a tomar en cuenta se tomaron los estudios previos donde se habla sobre cómo la composición de los aceites esenciales y su adición en ciertos productos puede influir en la aceptabilidad sensorial de los consumidores.

Es por ello que, Ore et al. (2020), al evaluar el efecto sensorial del aceite esencial de romero y aceite esencial de perejil a 0,5 y 1% de concentración en hamburguesas de carne de alpaca, concluyen que ciertas concentraciones de aceite esencial pueden alterar negativamente en la calidad sensorial de los productos cárnicos. De manera similar, Hilvay (2015) estudió las características sensoriales de la carne de Cuy al aplicar aceites esenciales de limón, albahaca y orégano en concentraciones de 0,3 - 0,4 y 0,5%; concluyendo que no se deben añadir altas concentraciones de aceite esencial a las muestras, ya que podrían provocar cambios poco favorecedores en los atributos sensoriales.

En conclusión y de acuerdo a lo expuesto por los autores y colaboradores de las investigaciones previamente citadas, se comprende la importancia del uso de los aceites esenciales al enfocar sus estudios para analizar la capacidad antioxidante frente al enranciamiento oxidativo de los alimentos de origen animal, así como el manejo de las muestras y el método de obtención con el fin de mejorar la calidad organoléptica de los productos finales.

3. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Gordillo (2007) *“la Metodología es el estudio del Método desde un proceso sistemático en el cual se adquieren formas de conocimiento; mientras que el Método es considerado como el camino para obtener un fin de manera ordenada desde un conjunto de reglas”* (p. 123).

En este capítulo se aborda la metodología del estudio, señalando a su vez el tipo de investigación y los métodos que se han aplicado con el propósito de explicar mediante experimentaciones las propiedades que poseen los aceites esenciales y cómo sus aplicaciones pueden ayudar a prolongar las condiciones de vida útil de un producto alimenticio.

3.1. Tipo de Investigación

Para la elaboración del presente trabajo investigativo los medios empleados fueron tanto fuentes documentales como experimentales que permitieron recabar información, principalmente de artículos científicos y libros botánicos, sobre la manipulación y conservación de las principales características físicas y químicas de los aceites esenciales. En consecuencia, el estudio se basó en la observación, recopilación y documentación a base de fichas de investigación y diseños experimentales que facilitaron la toma de decisiones.

A su vez, se estimó que esta investigación es de alcance explicativo puesto que pretendió *“establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudiaron”* (Hernández et al., 2014, p. 95) llevando a cabo el análisis de la capacidad antioxidante del aceite esencial extraído y su influencia en la reducción del enranciamiento oxidativo en productos cárnicos.

Como último punto, el presente estudio se identificó como una investigación de tipo cuantitativa, otorgando a la investigación un enfoque destinado a conseguir datos medibles y cuantificables siendo necesaria la posterior comparación de los resultados obtenidos.

3.2. Métodos de Investigación

Para la presente investigación se consideró que el estudio es de tipo inductivo debido a que la recopilación documental permitió definir una correcta estructuración del enfoque de la investigación; así como de tipo experimental, puesto que se llevaron a cabo diseños experimentales, en los cuales se analizaron los compuestos fenólicos del aceite esencial y su capacidad antioxidante en cuanto a la prevención del estrés oxidativo en productos cárnicos.

Permitiendo así la exposición de los resultados finales, en los que se pretendió corroborar la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán y su influencia en la variación de las propiedades organolépticas del producto final.

3.2.1. Materiales y Diseños Experimentales

3.2.1.1. Materia Prima.

Se trabajó con la especie Chirarán (*Ocimum micranthum*), recolectada de plantaciones ubicados en la zona norte de la provincia de Esmeraldas, cantón Esmeraldas – Camarones, parroquia San Vicente.

3.2.1.2. Extracción del Aceite Esencial.

Para la obtención del aceite esencial se contó únicamente con materia prima que se encuentre en la etapa de maduración realizando el proceso los primeros 3 días posteriores a su recolección; adicionalmente, debido al tamaño y capacidad del equipo destilador, el promedio de destilaciones por día fue de 4 repeticiones, cada una con un peso estándar de 250 g de materia prima por cada 1000 ml de agua destilada a una temperatura de 92°C y un tiempo promedio por proceso de 2 horas con 30 minutos.

3.2.1.3. Caracterización de Propiedades Fisicoquímicas y Fenólicas del Aceite Esencial.

La caracterización de compuesto fenólicos se ejecutó por medio de Análisis Espectrofotométricos. Las propiedades físicas fueron caracterizadas por medio de aspectos fisicoquímicos como índice de acidez, pH, densidad relativa. Por último, se analizó la actividad antioxidante por medio del ensayo de decoloración del radical DPPH. Los detalles se encuentran establecidos en el Capítulo III de la investigación.

3.2.1.4. Diseño Experimental para el Grado de Oxidación Lipídica

Se llevó a cabo la formulación correspondiente a la preparación de las hamburguesas de res con las diferentes concentraciones de aceite esencial de Chirarán. Para el diseño experimental se efectuó un análisis de varianza mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para lo cual se contaron con los datos de análisis de % de Grasa e Índice de Peróxidos para la valoración de la oxidación lipídica de las hamburguesas de res. Los detalles se encuentran especificados en el Capítulo IV de la investigación.

3.2.1.5. Diseño Experimental para el Análisis Sensorial.

Para la elaboración de este apartado, se realizó un análisis sensorial en cual se contó con la participación de un total de 31 panelistas no entrenados, quienes valoraron los principales aspectos organolépticos de las hamburguesas de res. Los resultados obtenidos y proceso estadístico se especifican en el Capítulo V de la presente investigación.

3.3. Técnicas e Instrumentación

3.3.1. Fuentes de Información

Para este proyecto se requerirá de fuentes de información como:

- Fuentes Primarias: Libros de botánica en los que se halló información sobre la biodiversidad de la flora de la provincia de Esmeraldas.
- Fuentes Secundarias: Tesis y Documentos de Repositorios Universitarios, de los cuales se tomaron guías sobre el planteamiento y comparación de resultados; manuales, específicamente sobre el funcionamiento de la instrumentaría de los laboratorios; y fichas de documentación, con la finalidad de recolectar información sobre el correcto manejo de las materias primas.

3.3.2. Recolección de Datos

Los datos fueron registrados en fichas de observación tanto de investigación como de laboratorio y cuya información sirvió como evidencia al momento de comparar los resultados; el prototipo de ficha usado se encuentra destallado en el apartado de Anexos.

Se contó con la utilización del programa Infostat para la recolección, estudio, tabulación e interpretación de los datos obtenidos.

3.4. Fases del Proceso Investigativo

Con el propósito de obtener los respectivos resultados y conclusiones en función de haber cumplido con los objetivos planteados, se elaboró un resumen de las principales etapas y fases por las que pasó el proyecto investigativo.

Primera Etapa: Investigación y recolección de información referente al manejo y obtención de los aceites esenciales.

- Fase I: Se llevó a cabo la recopilación de fuentes bibliográficas para fundamentar la investigación y, con ayuda de fichas documentales, se recolectó la información necesaria para el enlistado de los equipos necesarios; así como el correcto manejo de los insumos antes, durante y después de la obtención del aceite esencial.
- Fase II: Realización de las solicitudes y permisos del uso de las instalaciones de la universidad; además de contactar a laboratorios exteriores para la cotización de precios de los análisis a ejecutar.
- Fase III: Revisión y control de los insumos correspondientes, establecimiento de horarios de disponibilidad y cotización de precios.

Segunda Etapa: Preparación de insumos necesarios para los respectivos experimentos.

- Fase IV: Búsqueda y obtención de la materia prima.
- Fase V: Preparación y caracterización de la materia prima, seguido de la extracción del aceite esencial. La duración del experimento tuvo un rango de duración de 4 meses, tiempo en el que se realizaron ensayos preliminares, ajustes de ejecución y manejo de muestras.
- Fase VI: Envío de muestras de acuerdo con las especificaciones del laboratorio contratado en la ciudad de Guayaquil, UBA para la realización de los análisis correspondientes.
- Fase VII: Formulación y preparación de las hamburguesas de carne de res con las respectivas concentraciones de aceite esencial. Las muestras fueron empacadas y almacenadas durante un lapso de 14 días en refrigeración.

Los respectivos análisis fueron realizados por el laboratorio SEIDLAB de la ciudad de Quito.

- Fase VIII: Selección del espacio en el que se llevará a cabo el análisis sensorial.
- Fase IX: Realización de las pruebas sensoriales a los panelistas previamente seleccionados según la disponibilidad de recursos económicos y materiales, contando con un total de 31 panelistas no entrenados que participaron en el análisis sensorial, a los cuales se les aplicó una encuesta de escala hedónica donde catalogaron su percepción con respecto a los principales aspectos organolépticos de las hamburguesas de res que contenían el aceite esencial de Chirarán en diferentes concentraciones.

Tercera Etapa: Evaluación y valoración de los datos obtenidos.

- Fase X: Tabulación de los resultados con ayuda del programa estadístico InfoStat, planteamiento de las discusiones finales y planteamiento de las conclusiones y recomendaciones.

4. CAPÍTULO III: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DEL ACEITE ESENCIAL DE CHIRARÁN

4.1. Obtención de la Materia Prima

El material fue recolectado de plantaciones ubicados en la zona norte de la provincia de Esmeraldas, cantón Esmeraldas – Camarones, parroquia San Vicente y conservada en refrigeración a una temperatura de entre 0° – 4 °C con el propósito de evitar el marchitamiento de las hojas hasta el día del tratamiento y obtención del aceite esencial

4.2. Preparación de la Materia Prima

El material vegetal para utilizar fue sometido a un tratamiento previo de pesado y lavado con el fin de eliminar posibles agentes que alteren la calidad del producto final; posteriormente la materia prima fue troceada y colocada en el equipo destilador.

4.3. Extracción del Aceite Esencial

La obtención de aceite esencial se realizó a partir del método de extracción por arrastre de vapor siguiendo las etapas detalladas en el Gráfico 1 y utilizando un equipo de destilación de acero inoxidable con capacidad de diecinueve litros.

La duración estimada de cada proceso fue de 2 – 4 horas con un rango de temperatura de 90° – 95°C. El aceite esencial se separó por medio de decantación y fue almacenado en frascos color ámbar de 30 ml a una temperatura de 0° – 4°C.

El rendimiento del proceso se calculó mediante la Ecuación (1) (Melo et al., 2020), expresado como porcentaje del aceite esencial extraído:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{M_{\alpha}}{M_P} * 100\% \quad (1)$$

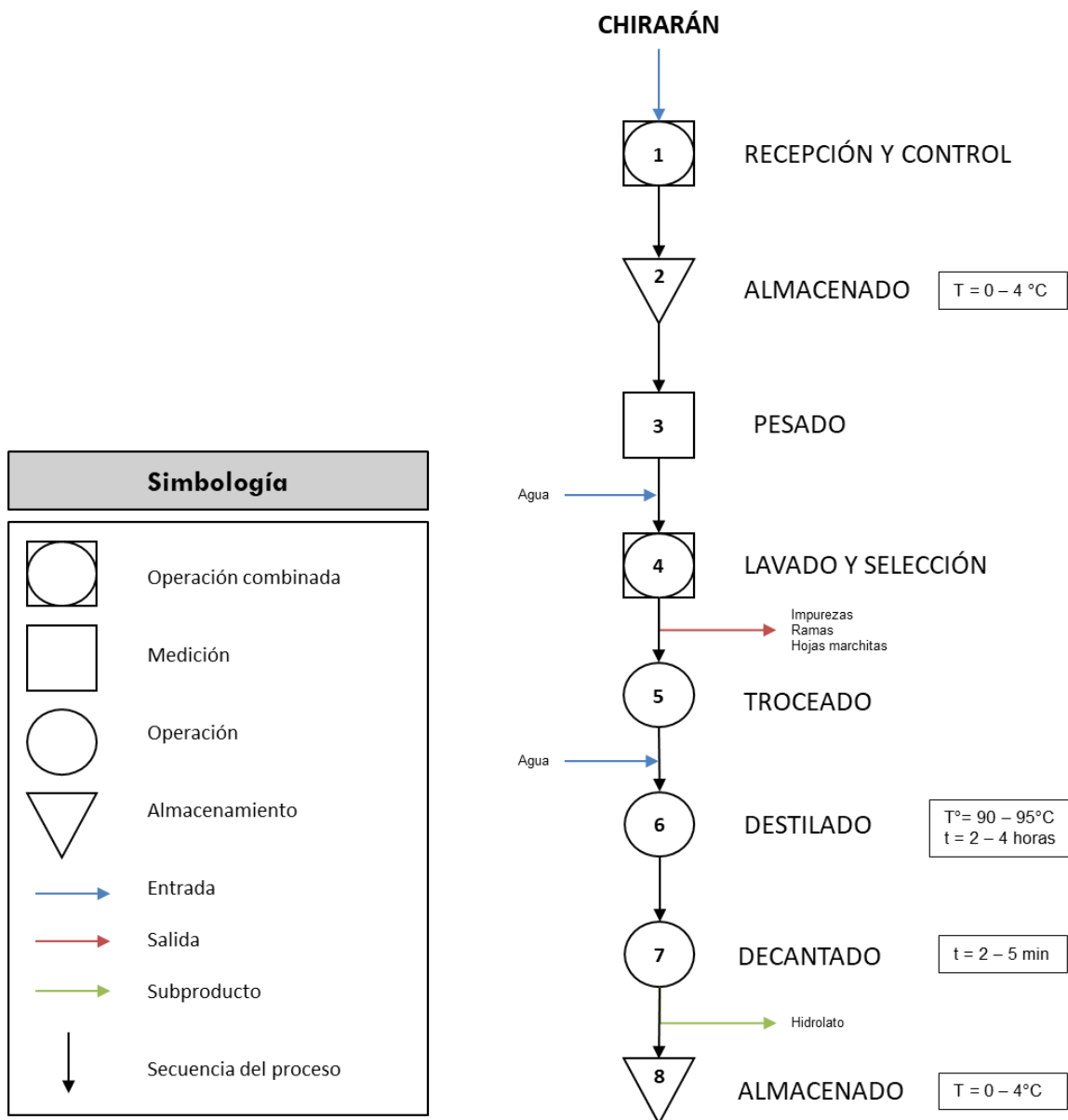
Donde:

M_{α} = Masa final del aceite esencial extraído en ml.

M_P = Masa inicial de la muestra vegetal en g.

Gráfico 1:

Diagrama de flujo – Extracción de aceite esencial de Chirarán



Fuente: Adaptado de Astudillo (2014)

4.5. Determinación de Propiedades Físicoquímicas y Actividad Antioxidante

Se llevaron a cabo el ensayo de reacción del radical DPPH para actividad antioxidante y el análisis de composición fenólica del aceite esencial; sumado a ello, las propiedades físicoquímicas del aceite esencial fueron caracterizadas por medio de análisis de laboratorio en los cuales se comprendieron aspectos como densidad relativa, índice de acidez y pH.

4.5.1. Evaluación de la Actividad Antioxidante

Las muestras fueron sometidas a un análisis de actividad antioxidante mediante la reacción del radical DPPH (1,1-difenil-2-picril- hidracilo); como muestras patrón se usaron el ácido ascórbico y el ácido gálico y como posible agente antioxidante al aceite esencial de Chirarán. El procedimiento desarrollado se describe a continuación:

Se llevó a cabo una dilución en cuatro tubos de ensayo a partir de 5 ml de la muestra. El primer tubo recibió una alícuota de 1 ml de la muestra principal, mientras que los tres tubos restantes recibieron únicamente 1 ml de metanol de grado reactivo.

La dilución se inició a partir del segundo tubo, al cual se le añadió 1 ml de la muestra principal y se mezcló antes de trasplantar 1 ml al tercer tubo. Luego se tomó 1 ml del tercer tubo y se trasplantó al cuarto tubo. Posteriormente, se agregó 1 ml de metanol y 1 ml de reactivo DPPH al 0,02% a cada tubo y se incubaron en la oscuridad por 30 minutos.

Por último, se procedieron a leer los tubos en el espectrofotómetro a una absorbancia máxima de 517 nm; en base a lo establecido según la guía metodológica del laboratorio.

Los resultados se expresaron como valores de concentración media inhibitoria en mg/ml de ácido gálico y ácido ascórbico IC_{50} (Ecuación 2).

$$\% \text{ Decoloración DPPH} = \left(1 - \frac{A_m - A_{bm}}{A_{DPPH}} \right) \quad (2)$$

Donde:

A_m = Absorbancia de los puntos de la curva

A_{bm} = Absorbancia del blanco

A_{DPPH} = Absorbancia de la reacción DPPH (reactivo control)

4.5.2. Análisis de Composición Fenólica

Las muestras utilizadas fueron sometidas a un análisis espectrofotométrico tomando en cuenta el método del reactivo Follin – Ciocalteu sugerido por el laboratorio contratado, por lo que únicamente se contó con la descripción del procedimiento desarrollado, el cual se describe a continuación:

Se tomaron cuatro alícuotas (100, 200, 400, 800 μ l) de solución estándar a las cuales se les adicionó 0,5 ml de reactivo Dennis – Follin, se dejaron en reposo durante 5 minutos para después incorporar 1,0 ml de carbonato de sodio 20% y calentar a 40°C por 30 minutos. Pasado este tiempo, se enfriaron y se llevaron a un volumen de 10 ml con agua destilada obteniendo concentraciones de 1,0 – 2,0 – 4,0 y 8,0 ppm. Posteriormente se procedió a leer en el espectrofotométrico a una absorbancia máxima de 765 nm.

El nivel de absorbancia fue establecido por el laboratorio en base a la guía metodológica de su establecimiento.

4.6. Resultados

El proceso de extracción duró aproximadamente 4 meses, utilizándose un total de 14620 g de materia prima de los cuales se obtuvieron 25,60 ml de aceite esencial otorgando al proceso un rendimiento promedio de 0,17% (Tabla 7).

Tabla 7:

Rendimiento de aceite esencial obtenido a partir de Ocimum micranthum

Mes / Etapa del Proceso	Peso de la muestra (g)	Aceite esencial obtenido (ml)	Rendimiento obtenido peso a peso (%)
Agosto I	4000	7,00	0,18
Agosto II	1880	3,00	0,16
Setiembre I	1640	3,00	0,18
Septiembre II	2650	4,50	0,17
Octubre	350	0,60	0,17
Noviembre I	2100	4,00	0,19
Noviembre II	2000	3,50	0,18
Total	14620	25,60	0,17

Fuente: Elaboración Propia

Con lo que respecta a las características sensoriales más destacables del producto final, se encontró que: el aceite posee un color amarillo intenso, olor propio de la planta y sabor amargo/picante. Una vez pasado el tiempo de 9 días de almacenamiento en condiciones de 4°C ($\pm 2^\circ\text{C}$), el color del aceite reduce su intensidad a uno más claro.

De igual forma, y como se muestra en la Tabla 8, de los análisis de laboratorio realizados a partir del extracto de la planta, se destacan los resultados de Polifenoles Totales el cual obtuvo un resultado de 0,0035 mg EGA/g de materia, y la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán expresado en concentración de inhibición al 50% (IC_{50}) con valores de 0,17 y 1,52 mg/mL.

Tabla 8:

Propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante del A.E de Ocimum micranthum

Análisis Fisicoquímicos	
Parámetro	Resultados
Acidez (FFA)	0,19%
pH (24,9°C)	7,21 u pH
Densidad	1,0876 g/ml
Polifenoles Totales	0,035 mg EGA/g
Análisis de Actividad Antioxidante	
IC_{50} A.E/ IC_{50} Ácido Ascórbico (mg/ml)	$0,17 \pm 0,0035$
IC_{50} A.E/ IC_{50} Ácido Gálico (mg/ml)	$1,52 \pm 0,019$

Fuente: Elaboración Propia

Es importante resaltar que la relación entre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de un aceite esencial es compleja y depende de varios factores: como la estructura química de los compuestos fenólicos y su interacción con otros antioxidantes; además, la concentración de compuestos fenólicos en un aceite esencial puede variar ampliamente, lo que puede afectar su eficacia como antioxidante (Córdova et al., 2009).

Por tal motivo, los próximos capítulos se concentraron en evaluar la eficacia del aceite esencial de Chirarán como un agente antioxidante en la prevención de la oxidación de lípidos y proteínas en productos cárnicos, así como en analizar el impacto de su incorporación en las características organolépticas de los mismos.

5. CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

5.1. Obtención de la Materia Prima

Se adquirió carne molida extra magra Tipo I con 2 – 5% de grasa envasada en atmósfera modificada. Se conservó a una temperatura máxima de 4 °C hasta su posterior utilización.

5.2. Formulación de las Hamburguesas de Carne de Res

Para la elaboración de las hamburguesas se mezclaron los ingredientes (Tabla 9) de forma manual y se amasaron durante 5 minutos. Para cada tratamiento se contó con la cantidad de 5 hamburguesas de 200 g cada una, que finalmente fueron envueltas en papel film transparente, empacadas en bolsas Ziploc y marcadas de acuerdo al código de tratamiento correspondiente. Las bolsas fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de entre 0 – 4 °C durante un periodo de 14 días.

Tabla 9:

Formulación de hamburguesas de carne de res

Ingredientes	Cantidad (g) / Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Carne Molida	970	968	967	963
Sal	30	30	30	30
Á. Ascórbico	-	2,0	-	-
A.E Chirarán (0,3%)	-	-	3,0	-
A.E Chirarán (0,7%)	-	-	-	7,0
Total (g)	1000	1000	1000	1000

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Determinación del %Grasa e Índice de Oxidación Lipídica

5.3.1. Análisis del Porcentaje de Grasa

Para la determinación de contenido graso de las muestras de hamburguesa, cada tratamiento fue sometido a una extracción Soxhlet utilizando la metodología propuesta por la AOAC 922.06 y descrita a continuación:

En un matraz Erlenmeyer se pesaron de 2 – 3 g de muestra de hamburguesa previamente homogenizada; a continuación, se adicionaron 60 ml de agua destilada y 40 ml de Ácido Clorhídrico concentrado con ayuda de una probeta para posteriormente ser llevado a ebullición durante 30 minutos.

Se filtró el contenido realizando varias lavadas con agua destilada caliente hasta obtener un filtrado transparente. Se retiró el papel filtro con el extracto y se secó a 100°C (±5°C) para posteriormente proceder a la extracción Soxhlet.

El cartucho fue colocado en la zona de extracción del equipo Soxhlet, se adicionaron 70 ml de hexano como solvente de extracción efectuando el proceso de ciclo cerrado por aproximadamente 2 horas a 155°C, recogiendo el residuo en un balón de destilación a una velocidad de goteo de entre 40 – 50 gotas/minuto. Finalizado el proceso, se secó el extracto a 100°C durante 30 minutos y se pesó el producto utilizando la Ecuación (3).

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(V_2 - V_1)}{m} * 100 \quad (3)$$

Donde:

m = Peso de la muestra (g)

V1 = Peso del vaso de grasa vacío y tarado (g)

V2 =Peso del vaso de grasa con el extracto (g)

5.3.2. Análisis de Índice de Peroxidación

Se pesaron 4 g de muestra de grasa obtenida de las hamburguesas en un matraz Erlenmeyer y se adicionaron 30 ml de mezcla de Cloroformo – Ácido Acético; posteriormente se agitó hasta disolver la muestra y se agregaron 0,5 ml de solución saturada de yoduro de potasio. Se dejó actuar la solución con agitación ocasional en intervalos de un minuto; a continuación, se agregaron 30 ml de agua destilada sin dejar de agitar, consecutivamente se agregaron 4 ml de solución de almidón y se agitó nuevamente hasta obtener una variación de color azul – gris oscuro. Finalmente, se tituló la solución con tiosulfato de sodio al 0,01 N hasta la desaparición del color azul de la solución.

Siguiendo la metodología SE.MI, el índice de peróxido de las muestras de grasa de hamburguesa se calculó utilizando la Ecuación (4).

$$IP = \frac{\text{gasto de } Na_2S_2O_3}{\text{g de muestra}} * N * 100 \quad (4)$$

Donde:

N = Normalidad de la solución de Tiosulfato de Sodio

5.4. Diseño Experimental

Partiendo de los resultados obtenidos de las muestras enviadas al laboratorio (Anexo D); se planteó un análisis de varianza con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para cada variable, estableciéndose 4 tratamientos (T₁, T₂, T₃ y T₄) en intervalos de 0, 7 y 14 días. Las medias se contrastaron con un análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de TUCKEY a un nivel de significancia de $\alpha=0,05$, con el objetivo de encontrar alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

5.4.1. Análisis de Varianza aplicando DBCA para %Grasa / Tratamiento

A partir del planteamiento de las hipótesis H₀ y H₁ (1):

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{Existe un } \mu_i \neq$$

se buscó establecer la existencia de alguna diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en base al porcentaje graso (%Grasa) que contienen las muestras. Los datos se detallan a continuación (Tabla 10):

Tabla 10:

Porcentaje de grasa/Tratamiento en un período de 14 días

Tratamiento	Intervalo en días		
	Cero	Siete	Catorce
T1	1,49	0,80	0,62
T2	1,42	1,61	0,62
T3	1,59	1,24	1,09
T4	1,61	1,03	0,72

Nota: T₁= Blanco; T₂= Ácido Ascórbico; T₃= 0,3% de AE/kg de carne; T₄= 0,7% de AE/kg de carne.

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Análisis de Varianza aplicando DBCA para IP/Tratamiento

De igual forma, a partir del planteamiento de las hipótesis H_0 y H_1 (2):

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{Existe un } \mu_i \neq$$

se buscó establecer la posibilidad de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en base a los miliequivalentes de oxígeno activo contenidos en un kg de grasa (meqO₂/kg) de las muestras. Los datos se detallan a continuación (Tabla 11):

Tabla 11:

Índice de peroxidación/Tratamiento en un período de 14 días

Tratamiento	Intervalo en días		
	Cero	Siete	Catorce
T1	0,07	0,10	0,28
T2	0,08	0,10	0,39
T3	0,09	0,31	0,52
T4	0,09	0,20	0,44

Nota: T₁= Blanco; T₂= Ácido Ascórbico; T₃= 0,3% de AE/kg de carne; T₄= 0,7% de AE/kg de carne.

Fuente: Elaboración Propia

5.6. Resultados

En el planteamiento experimental de este apartado, se pretendió corroborar la posible capacidad antioxidante del aceite esencial de *O. Micranthum* a partir del planteamiento de las hipótesis H_0 y H_1 (1 y 2).

De manera que, para H_0 y H_1 (1), %Grasa presente en las muestras, se obtuvo que el valor de $p=0,4214$ es mayor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha = 0,05$), por tanto, y bajo las condiciones del estadístico F con 3 y 11 grados de libertad, no se rechaza H_0 y se concluye que no existen diferencias significativas en el porcentaje lipídico de las muestras sometidas a los distintos tratamientos (Tabla 12).

Al realizarse la prueba de comparaciones múltiples de Tuckey se puede observar que todas las muestras son clasificadas en la misma categoría, confirmando que no se rechaza H_0 como tal puesto que los factores de estudio en general son estadísticamente similares (Tabla 13).

Tabla 12:

Cuadro de análisis de varianza %Grasa de las muestras sometidas a los distintos tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%-Grasa	12	0,80	0,63	20,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,36	5	0,27	4,77	0,0417
Tratamientos	0,19	3	0,06	1,09	0,4214
Día	1,17	2	0,59	10,29	0,0115
Error	0,34	6	0,06		
Total	1,70	11			

Tabla 13:

Prueba Tuckey de comparación múltiple para %Grasa/Tratamiento

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,67443

Error: 0,0569 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	0,97	3	0,14 A
T4	1,12	3	0,14 A
T2	1,22	3	0,14 A
T3	1,31	3	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De igual manera para las hipótesis H_0 y H_1 (2), Índice de Peróxido (IP) presente en las muestras, se obtuvo que el valor de $p=0,0600$ es mayor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha = 0,05$), por tanto, y bajo las condiciones del estadístico F con 3 y 11 grados de libertad, tampoco se rechaza H_0 y se concluye que no existen diferencias significativas en cuanto a la cantidad de meqO_2/kg de grasa presente en las muestras sometidas a los distintos tratamientos (Tabla 14).

Al igual que en la variable anterior, al realizarse la prueba de comparaciones múltiples de Tuckey se confirma que no se rechaza H_0 como tal puesto que los factores de estudio en general son estadísticamente similares (Tabla 15).

Tabla 14:

Cuadro de análisis de varianza de IP de las muestras sometidas a los distintos tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Í. Perox.	12	0,93	0,88	25,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,26	5	0,05	16,61	0,0019
Tratamientos	0,04	3	0,01	4,34	0,0600
Día	0,22	2	0,11	35,03	0,0005
Error	0,02	6	3,2E-03		
Total	0,28	11			

Tabla 15:

Prueba Tuckey de comparación múltiple para IP/Tratamiento

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15961

Error: 0,0032 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	0,15	3	0,03 A
T2	0,19	3	0,03 A
T4	0,24	3	0,03 A
T3	0,31	3	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Por último, al comparar los tratamientos de forma individual mediante los gráficos de relación entre %Grasa e IP, se observa que tanto el tratamiento T1 (Gráfico 2) como el tratamiento T4 (Gráfico 5) exhiben un IP menor en comparación a los demás tratamientos; no obstante, su descenso de %Grasa es similar al observado en el tratamiento T2 (Gráfico 3), el cual presenta comportamientos inestables entre el %Grasa e IP durante el período de 7 a 14 días de experimentación; mientras que, por otro lado, el tratamiento T3 (Gráfico 4) es el único que exhibe un comportamiento lineal entre el descenso de %Grasa y el aumento de IP.

Lo que permite concluir que, si bien todos los tratamientos presentados son estadísticamente similares, aún se logran apreciar ciertas diferencias de efectividad entre estos; dando a entender que el aceite esencial de Chirarán, en cantidades específicas, puede ser usado como antioxidante alternativo en productos cárnicos y derivados.

Gráfico 2:

Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T1



Gráfico 4:

Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T3



Gráfico 3:

Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T2

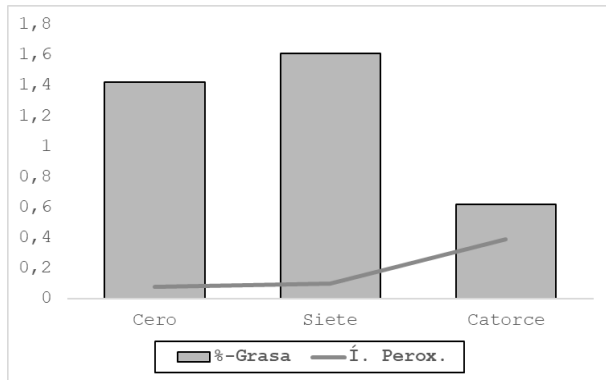
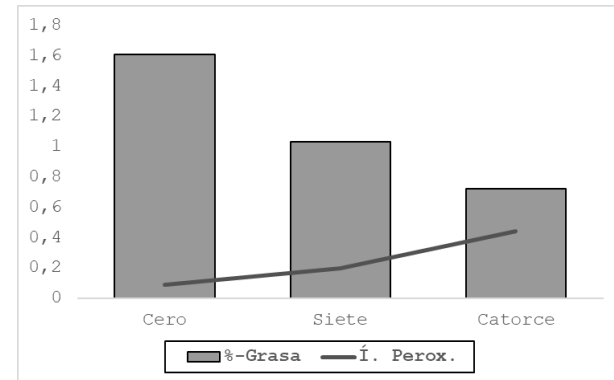


Gráfico 5:

Comportamiento entre %Grasa e IP del tratamiento T4



6. CAPÍTULO V: EVALUACIÓN SENSORIAL

6.1. Descripción

El análisis o evaluación sensorial se realizó a través de la aplicación de una prueba de aceptación de escala hedónica de cinco puntos con el propósito de conocer la opinión de los jueces respecto al producto analizado.

El proceso se llevó a cabo con la participación de 31 panelistas no entrenados en un horario de degustación establecido de 10:00 a 11:00 am con el propósito de no alterar las apreciaciones debido a efectos de hambre o saciedad.

6.2. Proceso de Evaluación

Las muestras fueron cocidas con ayuda de una freidora de aire a 175°C durante 15 minutos; colocadas en un plato principal de acuerdo a su codificación (Tabla 16) y ofrecidas a cada panelista.

Para el desarrollo de la prueba, se contó con dos grupos de 15 personas, siendo estos: el grupo A con horario de 10:00 a 10:15 y el grupo B con horario de 10:30 a 10:45. La degustación se dividió en tres tiempos de 1 minuto con 30 segundos por cada muestra y dos tiempos de 45 segundos para realizar las anotaciones correspondientes; para ello, a cada panelista se le facilitó una encuesta (Anexo D) en donde se incluyen las instrucciones y la escala hedónica de cinco puntos.

El objetivo de esta evaluación se basó en catalogar las principales características organolépticas del producto mediante la asignación de una puntuación numérica variando de 5 (Muy agradable) a 1 (Muy desagradable).

Los resultados obtenidos se examinaron aplicando el estudio de análisis de varianza con ayuda del programa Infostat a un nivel de significancia de 0,05%.

Tabla 16:

Porcentaje de adición de Aceite Esencial por Muestra

Código	Muestra	Formulación
HRAC0	T1	Control/Blanco
HRAC5	T3	0,3% de AE/kg carne res
HRAC1	T4	0,7% de AE/kg carne res

Fuente: Elaboración Propia

6.3. Diseño Experimental

Una vez recopilados los resultados, se planteó un análisis de varianza simple para cada aspecto organoléptico con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ en base al planteamiento de las hipótesis H_0 y H_1 (3) presentadas a continuación:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{Existe un } \mu_i \neq$$

Además, los promedios generales de las muestras se contrastaron con la prueba de comparación múltiple de TUCKEY, así como las comprobaciones de homocedasticidad y normalidad (Anexo E), con el objetivo de encontrar diferencias estadísticamente significativas entre las muestras (Tabla 22).

6.4. Resultados

De la evaluación sensorial realizada a los 31 panelistas no entrenados, se obtuvo que el 52% de los participantes pertenecen al sexo femenino y el 48% restante al sexo masculino (Tabla 17); quienes valoraron cada aspecto organoléptico en función a una escala hedónica de 5 puntos por muestra.

Tabla 17:

Tabla de Frecuencias - Sexo

Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Sexo	1	Femenino	16	0,52
Sexo	2	Masculino	15	0,48

Por otra parte, y en base al planteamiento de las hipótesis H_0 y H_1 (3), al efectuar el análisis de varianza se obtuvieron los siguientes resultados:

- El aspecto organoléptico *Color* (Tabla 18) presentó un p – valor mayor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha=0,05$), por lo que no se rechaza H_0 y se concluye que no existen diferencias significativas entre las muestras.

Tabla 18:*Análisis de varianza – Aspecto Color*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Color	93	2,3E-03	0,00	28,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,19	2	0,10	0,10	0,9021
Muestra	0,19	2	0,10	0,10	0,9021
Error	84,45	90	0,94		
Total	84,65	92			

- El aspecto *Aroma* (Tabla 19) obtuvo un p – valor menor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha=0,05$); por ende, se rechaza H_0 y se concluye que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras.

Por lo que, al realizarse la prueba de comparaciones múltiples, se pudo observar que las muestras HRAC0 (0% aceite de Chirarán o Blanco) y HRAC5 (0,3% de aceite de Chirarán) poseían un promedio de aceptabilidad mayor en comparación con la muestra HRAC1 (0,7% de aceite de Chirarán) (Tabla 22).

Tabla 19:*Análisis de varianza – Aspecto Aroma*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aroma	93	0,08	0,06	30,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,18	2	4,59	4,05	0,0207
Muestra	9,18	2	4,59	4,05	0,0207
Error	102,06	90	1,13		
Total	111,25	92			

- El p – valor obtenido en el aspecto *Sabor* (Tabla 20) fue mayor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha=0,05$); por tanto, no se rechaza H_0 y se concluye que no existen diferencias significativas entre las muestras analizadas.

Sin embargo, al realizarse la prueba de comparaciones múltiples se obtuvo que la muestra HRAC1 (0,7% de aceite de Chirarán) poseía un promedio de aceptabilidad menor, dando a entender que la valoración de los participantes

se declina en mayor medida por las muestras HRC0 (0% aceite de Chirarán o Blanco) y HRAC5 (0,3% de aceite de Chirarán) (Tabla 22).

Tabla 20:

Análisis de varianza – Aspecto Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor	93	0,04	0,01	32,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,63	2	1,82	1,70	0,1887
Muestra	3,63	2	1,82	1,70	0,1887
Error	96,26	90	1,07		
Total	99,89	92			

- El aspecto *Textura* también presentó un p – valor mayor al nivel de significación nominal de la prueba ($\alpha=0,05$); por lo que no se rechaza H_0 , concluyendo que no existen diferencias significativas entre las muestras analizadas (Tabla 21).

Tabla 21:

Análisis de varianza – Aspecto Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	93	0,05	0,02	24,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,67	2	1,33	2,14	0,1236
Muestra	2,67	2	1,33	2,14	0,1236
Error	56,06	90	0,62		
Total	58,73	92			

- Por último, las muestras HRAC0 y HRAC5, además de ser estadísticamente similares, poseen un promedio de aceptación general de 3.50 y 3.37 sobre 5 puntos respectivamente (Ni agradable, ni desagradable – Agradable); mientras que la muestra HRAC1 fue catalogada como muy invasiva para la percepción olfato-gustativa de los panelistas al momento de la evaluación sensorial, presentando un promedio de 3.14 sobre 5 puntos (Ni agradable, ni desagradable) (Tabla 22).

Tabla 22:*Prueba de comparación múltiple de Tukey*

Muestras	Aspectos Organolépticos				Promedio
	Color	Aroma	Sabor	Textura	
HRAC0	3,48 A	3,61 A	3,39 A	3,52 A	3,50 A
HRAC5	3,39 A	3,81 AB	3,16 A	3,13 A	3,37 A
HRAC1	3,39 A	3,06 B	2,90 A	3,19 A	3,14 B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración Propia

Para concluir este apartado, se observó que efectivamente se presentan alteraciones organolépticas al adicionar aceite esencial de Chirarán en las muestras, principalmente en los aspectos de aroma y sabor; sin embargo, de manera general, los panelistas mostraron una buena aceptación hacia las muestras.

Por lo tanto, se puede clasificar al aceite esencial de Chirarán como una opción para mejorar ciertos aspectos organolépticos en productos cárnicos y derivados; no obstante, se sugiere utilizarlo en concentraciones inferiores al 0,7% para garantizar la calidad del producto final.

7. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

7.1. Aceite Esencial de Chirarán

El presente estudio se enfocó en la extracción del aceite esencial de Chirarán utilizando el método de extracción por arrastre de vapor a una temperatura de 92°C y un tiempo estándar de 2 horas y 30 minutos durante los meses de agosto a noviembre. El rendimiento del aceite esencial obtenido varió entre 0,16% y 0,19%, con un promedio de 0,17%. Estos resultados, a pesar de ser similares con el estudio previo de Cruz (2001), quien informó un rango de rendimiento del aceite esencial de Chirarán entre 0,04% - 0,5%, presentan un valor que se encuentra en el rango inferior de los valores reportados en la literatura.

De la misma forma, el porcentaje de rendimiento de la planta de Chirarán presenta similitudes con los resultados obtenidos por Sarmiento (2020) con el aceite esencial de orégano presentaron un rendimiento de entre 0,053 – 0,137% y Perlo et al. (2020), con el aceite de romero un rendimiento de 0,5%, ambos extraídos mediante el método de arrastre de vapor.

Por lo que, si bien, se ha utilizado el mismo método de extracción, los resultados presentados muestran tanto similitudes como variaciones; en el caso de las variaciones de rendimiento, estas se pueden presentar debido a varios factores como: la calidad de la materia prima, la época de cosecha, el proceso y tiempo de extracción, la especie de la planta o el lugar de cultivo del cual fue obtenida la materia prima en cuestión (Perlo et al., 2020).

Por otra parte, al analizar la cantidad de polifenoles totales presentes en la muestra de Chirarán utilizada en el presente estudio, se obtuvo un valor de 0,035 mg EGA/g de materia. Este valor se encuentra dentro del rango de valores reportados por Córdova et al. (2009) de 0,0338 - 0,0552 mg EGA/g de materia.

No obstante, al analizar la capacidad antioxidante del aceite esencial utilizando el método de reducción del radical DPPH y comparar su concentración inhibitoria con sustancias de referencia como el ácido ascórbico y el ácido gálico, se obtuvieron resultados que mostraron una concentración inhibitoria (IC₅₀) de entre 0,17 - 1,52 mg/mL.

Estos datos son comparables con los obtenidos por Córdova et al. (2009), con un IC₅₀ de entre 0,1253 – 0,1213 mg/mL, y Trevisan et al. (2006), con un IC₅₀ de 0,141 mg/mL. Sin embargo, al contrastar los resultados del presente estudios con los valores de IC₅₀ de otros aceites esenciales presentados por Ugalde et al. (2016), se encontraron diferencias significativas, siendo así que el IC₅₀ del aceite esencial de clavo (0,0117 mg/mL), de romero (0,056 mg/mL) y de orégano (0,172 mg/mL) fueron mucho más bajos que los obtenidos del aceite esencial de Chirarán.

Por lo tanto, se puede corroborar que la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán es moderada en comparación con la capacidad antioxidante del aceite esencial de clavo, orégano y romero; sin embargo, es importante tener en cuenta que la capacidad antioxidante puede variar según la composición química del aceite esencial.

7.2. Índice de Peróxido en las Hamburguesas

Al evaluar el grado de oxidación lipídica de las hamburguesas sometidas a concentraciones de 0,3 y 0,7% de A.E de Chirarán y 0,02% de Acido Ascórbico en un período de 14 días, se llegó a la conclusión de que los datos son estadísticamente similares. Sin embargo, al comparar las gráficas individuales, se pudo observar que únicamente el tratamiento T3 (0,3% de A.E Chirarán) presentó un comportamiento estable entre la degradación del %Grasa y el aumento del IP de las muestras durante el período de los 14 días de experimentación.

Un caso similar se presentó en el estudio realizado por Carrión (2017), quien al determinar el efecto antioxidante del ají escabeche sobre las grasas de chorizo ahumado en concentraciones de 3, 5 y 7% durante 30 días, implementando el método de Índice de Peróxidos (IP), pudo notar que, del total de tratamientos, solamente el tratamiento con 5% de concentración de ají escabeche no presentaba indicios de declinación de los peróxidos.

De igual manera, en el estudio de González et al. (2020) se encontró que del total de cinco tratamientos en los cuales se incorporaron distintas concentraciones de propóleo como antioxidante natural en la carne; únicamente

el tratamiento con una cantidad de 200 mg fenoles de propóleo/Kg de carne demostró una eficacia similar a la del antioxidante comercial BHT.

La diferencia en la estabilidad observada entre los tratamientos puede estar influenciada por factores como: la estructura química, la concentración en el producto, el estado de oxidación y las propiedades de la proteína; por consiguiente, es importante considerar que el uso excesivo de antioxidantes con altos porcentajes de compuestos fenólicos puede generar efectos tanto antioxidantes como prooxidantes en los productos cárnicos (Armenteros et al., 2020).

Además, los resultados obtenidos dependen en gran medida del tipo de antioxidante utilizado, por lo que algunos tratamientos tenderán a exhibir una menor estabilidad al alcanzar una mayor concentración de índice de peróxidos en un corto período de tiempo, provocando la temprana degradación o descomposición del porcentaje lipídico presente en las muestras (González et al., 2020).

7.3. Evaluación Sensorial

Durante el análisis de la aceptación organoléptica de las muestras, se evaluó la opinión de 31 panelistas no entrenados. Los resultados mostraron que la muestra HRAC0 (Blanco o T1), con un promedio general de 3.5 puntos, presentó una aceptación neutral por parte de los panelistas, la muestra HRAC5 (0,3% de AE Chirarán o T3), con un promedio general de 3.3 puntos, indicó una aceptabilidad positiva en el atributo aroma, pero una aceptabilidad negativa en el atributo sabor; y por último, la muestra HRAC1 (0,7% de AE Chirarán o T4), con un promedio general de 3.1 puntos, demostró una aceptabilidad significativamente negativa en los atributos de aroma y sabor, generando rechazo por parte de los panelistas.

Resultados similares se hallaron en un estudio de 2020, cuando, al analizarse la acción del aceite esencial de romero y perejil en hamburguesas de carne de alpaca, la aplicación de los aceites se vio limitado debido a la percepción intensa que generaba el aceite esencial de romero en las muestras, afectando negativamente el aroma y sabor de las mismas (Ore et al., 2020).

Un suceso semejante fue expuesto por Hilvay (2015), puesto que al utilizar aceite esencial de limón, albahaca y orégano a diferentes concentraciones en hamburguesas de carne de cuy; observó que, al adicionar una mayor concentración de aceite esencial en las muestras, también se veían afectados los atributos sensoriales de aroma y sabor.

Como se puede observar de los datos obtenidos y de los datos citados de estudios previos, solamente los aspectos de aroma y sabor se ven afectados al momento de degustar las muestras; el motivo de este fenómeno se relaciona con la presencia de compuestos altamente volátiles en los aceites esenciales que, a temperatura ambiente, provocan que ciertas cualidades organolépticas de los productos alimenticios se vean afectados y generen rechazo en la aceptabilidad de los consumidores (Nowak et al., 2012).

7.4. Mejor Tratamiento

Para establecer el mejor tratamiento se tomó en consideración la degradación de % Grasa, el IP de las muestras y los análisis sensoriales realizados a los tratamientos, incluidos los tratamientos control.

Es por ello que, y aunque el aceite esencial de Chirarán presentó un IC_{50} mayor en comparación a los valores descritos por otros autores, se destaca que en el tratamiento T3 (0.3% de AE Chirarán) se logró una mejor estabilidad entre el %Grasa y el IP en las muestras; catalogándolo como el mejor tratamiento para contrarrestar la oxidación lipídica en las hamburguesas de carne res.

Por otro lado, para el análisis sensorial en el que se evaluaron los aspectos organolépticos de color, olor, sabor y textura de las muestras; se determinó como mejor tratamiento a T1 (Control), seguido del tratamiento T3 (0.3% AE Chirarán), el cual presentó una puntuación de aceptabilidad mayor en el aspecto de aroma por parte de los panelistas.

En consecuencia, se ha determinado que el tratamiento T3 es el más efectivo, y se ha demostrado en este estudio que la concentración evaluada de dicho tratamiento resultó ser efectiva para reducir la oxidación lipídica y mejorar las características organolépticas del producto final.

8. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

En base a los antecedentes e información recopilada sobre la utilización de antioxidantes naturales como alternativa para prolongar la vida útil y preservar las condiciones organolépticas de productos cárnicos y derivados; en conjunto con los resultados presentados en los capítulos III, IV y V del presente trabajo investigativo se puede concluir que:

- Al analizarse la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán se obtuvieron resultados positivos en los ensayos, específicamente a concentraciones inferiores al 0,7%, demostrando que el aceite esencial puede ser considerado como un antioxidante alternativo y también puede ser utilizado para contribuir en la mejora de la calidad organoléptica de los productos cárnicos.
- Al extraer el aceite esencial de Chirarán por medio de la destilación por arrastre de vapor se logró determinar que la capacidad antioxidante IC_{50} (0,17 y 1,52 mg/mL) y la cantidad de fenoles totales (0,035 mg EGA/g de materia) presentaron resultados similares a los obtenidos por otros autores.
- Al evaluarse el grado de oxidación lipídica de las hamburguesas sometidas a distintos tratamientos, se observó que los resultados obtenidos del tratamiento T3 (0,3% de A.E Chirarán) presentaban un comportamiento lineal entre la degradación del %Grasa y el aumento del IP de las muestras, demostrando que, en cantidades controladas, el aceite esencial de Chirarán logra contrarrestar la oxidación lipídica de las hamburguesas de carne res.
- Se determinó que existen alteraciones organolépticas en las muestras a las cuales se les adicionó aceite esencial de Chirarán, principalmente en los aspectos de aroma y sabor; siendo HRC0 (Blanco) y HRAC5 (0,3% de aceite de Chirarán) las muestras que presentaron una mejor aceptación por parte de los panelistas.

8.2. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de lograr un desarrollo exitoso de la carrera de Agroindustrias a futuro y en función de los resultados obtenidos en la presente investigación se han formulados las siguientes recomendaciones:

- Continuar con estudios en los que se aborde la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán en relación a la materia prima en diferentes etapas de maduración y su integración en productos distintos a la carne de res.
- Investigar la composición química y la capacidad antioxidante del aceite esencial de Chirarán obtenido mediante métodos de extracción alternativos, puesto que podrían presentarse resultados distintos a los expuestos en este trabajo.
- Profundizar el estudio de la correlación entre el %Grasa y el Índice de Peróxidos en diferentes muestras que contengan aceite esencial de Chirarán a distintas concentraciones para evaluar su efecto en la calidad nutricional y organoléptica de los productos cárnicos.
- Evaluar la actividad antimicrobiana del aceite esencial de Chirarán con el fin de determinar su efecto en la prevención de la proliferación de microorganismos y prolongación de la frescura de los productos cárnicos.

REFERENCIAS

- Arango, O., Pantoja, D., Santacruz, L., & Hurtado, A. (2012). Actividad Antioxidante del Aceite Esencial de Orégano (*Lippia Origanoides* H.B.K) del Alto Patía. *Rev.Bio. Agro*, 10(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000200010
- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., & Ventanas, J. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Eurocarne*, 207, 63–73. https://eurocarne.com/daal/a1/boletin_imagenes/a2/20705.pdf
- Astudillo, S. (2014). Utilización de Aceites Esenciales Naturales como Conservantes en la Elaboración de Salchichas de Pollo. Repositorio Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado 22 de octubre de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7009/1/UPS-CT003676.pdf>
- Bandoni, A., Balderrama, L., & Cañigueral, S. (2003). *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica* (2.a ed.). CYTE. http://www.cytcd.org/sites/default/files/recursos_vegetales.pdf
- Bou, R., Codony, R., Tres, A., Decker, A. & Guardiola, F. (2009). Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability and sensory properties of poultry products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(9), Pub Med. <https://doi.org/10.1080/10408390902911108>
- Brito, R. (2019). Antioxidantes Alimentarios: Mecanismos de Oxidación Electrónica, Medida Electroquímica de Capacidad Antioxidante Y Composición en Tés, Infusiones y Especies. Universidad de Córdoba. <https://core.ac.uk/download/pdf/60904106.pdf>
- Cáceres, C. (1996). *Plantas de Uso Medicinal en Guatemala*. Editorial Universitaria Guatemala. https://books.google.com.ec/books/about/Plantas_de_uso_medicinal_en_Guatemala.html?id=qahgAAAAMAAJ&redir_esc=y

- Carrión, P. (2017). Análisis del efecto antioxidante de diferentes concentraciones del ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.) sobre chorizo ahumado. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. Recuperado 8 de enero de 2023, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28612/1/Trabajo+de+titulaci%C3%B3n.pdf>
- Córdova, D., Dardón, R., González, J. & Menéndez, M. (2009, agosto). Determinación y cuantificación de la actividad antioxidante de especies nativas y su posible fuente para el desarrollo de nutracéuticos. Universidad de San Carlos de Guatemala-Biblioteca Virtual. Recuperado 27 de diciembre de 2022, de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1102.pdf>
- Crescenio, N., & Alfaro, S. (2017). *Antioxidantes en los Alimentos* (1.a ed.). UNAB. http://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/UNAB/17/NC_Antiox_Nicodem.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cruz, S. (2001, septiembre). Fraccionamiento Bioguiado y Tamizaje Fitoquímico del Extracto Etanólico con actividad antiartemia de *Ocimum micranthum* Will (Albahaca de Monte). BVSsalud. Recuperado 16 de diciembre de 2022, de https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879117/fraccionamiento-bioguiado-y-tamizaje-fitoquimico-del-extracto-e_TDO9RLO.pdf
- Flores, M. (2010). *Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso. Análisis del estado de su regulación en Chile y el mundo*. Repositorio de la Universidad de Chile. http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/qf-flores_mc/pdfAmont/qf-flores_mc.pdf
- Fuerte Ruitón, C. M., Roque Alcarraz, M., Sosa Tananta, C. & Trujillo Pantaja, N. (1999). Constituyentes del aceite esencial de *Ocimum micranthum* W. y estudio antimicrobiano. *Ciencia e Investigación*, 2(1), 11-17. <https://doi.org/10.15381/ci.v2i1.4402>

- González, M., Betancourt, M., & Ortiz, R. (2000). Daño Oxidativo y Antioxidantes. *Bioquímica*, 25(1), 3–5. <https://www.redalyc.org/pdf/576/57611797001.pdf>
- González, M., Guerra, M., Núñez, M., Cerón, A., & Ávila, F. (2020). Determinación de la oxidación lipídica en hamburguesas de carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*) adicionadas con diferentes concentraciones de propóleos como agente antioxidante. Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Recuperado 8 de diciembre de 2022, de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/7/70.pdf>
- Gordillo, N. (2007). Metodología, método y propuestas metodológicas en Trabajo Social. *Tendencia & Retos*, 12, 119–135. <http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/tendencias/rev-co-tendencias-12-08.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (6.a ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hilvay, L. (2015). *Efecto de los aceites esenciales de limón (Citrus limon), albahaca (Ocimum basilicum L.) y orégano (Origanum vulgare), en la conservación de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Recuperado 28 de noviembre de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11978>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [NTE – INEN] N° 1338. Art. 6.12 – 6.13. Abril de 2012. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos. Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1338-3.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [NTE – INEN] N° 2392. Art. 4. Abril de 2017. Hierbas aromáticas, Requisitos. Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2392-2.pdf

- Jaramillo, B., Duarte, E., & Delgado, W. (2014). Bioactividad del aceite esencial de *Ocimum micranthum* Willd, recolectado en el departamento de Bolívar, Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(2), 185–196. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2014/cpm142g.pdf>
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. En *Antioxidantes* (p. 132). <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%2012-9-162.pdf>
- Loor, J. (2017, 4 septiembre). Aplicación de un conservante natural elaborado a base de aceites esenciales para alargar la vida útil de nata y trufa utilizadas como rellenos de pastelería. Repositorio Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado 5 de enero de 2022, de https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2017/hdl_2072_306407/TFM_jloorvera.pdf
- Mariaca, C., Zapata, M., & Uribe, P. (2016). Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. *Rev Asoc Colomb Dermatol*, 24(3), 163–165. https://revistasocolderma.org/sites/default/files/oxidacion_y_antioxidantes_hechos_y_controversias.pdf
- Martínez, A. (2003). *Aceites Esenciales*. Observa Med. http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf
- Melo, M., Ortiz, D., & Hurtado, A. (2020). Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) obtenido mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas verdes. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat*, 44(172), 845–856. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v44n172/0370-3908-racefn-44-172-845.pdf>

Ministerios de Salud Pública. Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados Art. 3. 29 de septiembre del 2016. Recuperado de: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/ARCSA-DE-067-2015-GGG_NORMATIVA-T%C3%89CNICA-SANITARIA-PARA-ALIMENTOS-PROCESADOS.pdf

Montoya, G. (2010, junio). *Aceites Esenciales: Una alternativa de diversificación para el eje cafetero*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55532/9588280264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morataya, M. (2006, febrero). *Caracterización Farmacopéica de cuatro plantas aromáticas nativas de Guatemala Albahaca de monte (Ocimum micranthum), Orégano (Lippia graveolens), Salvia sija (Lippia alba) y Salvijá (Lippia chiapasensis)*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2389.pdf

Nowak, A., Kalemba, D., Krala, L., Piotrowska, M., & Czyzowska, A. (2012). The effects of thyme (*Thymus vulgaris*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oils on *Brochothrix thermosphacta* and on the shelf life of beef packaged in high-oxygen modified atmosphere. *Food Microbiology*, 32(1), 212-216. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.05.001>


Núñez, W. J., Quispe, R., Ramos, N. J., Castro, A. J., & Gordillo, G. (2017). Actividad Antioxidante y Anti Enzimática in vitro y Antinflamatoria in vivo del extracto Hidroalcohólico de *Caesalpinia Spinosa* "Tara". *Ciencia e Investigación*, 19(1), 35-42. <https://doi.org/10.15381/ci.v19i1.13626>

Ore, F., Aguirre, L., & Ticsihua, J. (2020). Acción del aceite esencial de romero y perejil en la aceptabilidad de la hamburguesa de carne de alpaca. *Revista Polo Del Conocimiento*, 5(09), 432-445. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i9.1700>

- Perlo, F., Fabre, R., Bonato, P., Jenko, C., Tisocco, O., & Teira, G. (2020). Uso de extracto de romero y ácido ascórbico en la conservación refrigerada de carne de cerdo. *Readlyc*, 31(60), 208–227. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/145/14563165011/html/index.html>
- Preciado, D., & Villacis, J. (2020, octubre). Estudio del uso de la hierba Chirarán y aplicaciones culinarias para la ciudad de Guayaquil. Repositorio Universidad de Guayaquil. Recuperado 8 de febrero de 2022, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51591/1/BINGQ-GS-20P89.pdf>
- Ruíz, J. (2019). *Ingeniería Básica de una Planta de Extracción de Aceite Esencial de “Mentha arvensis L.” por Destilación de Arrastre con Vapor*. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/92520/fichero/TFG-2520+RUIZ+GAL%C3%81N.pdf>
- Sarmiento, C. (2020). *Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de orégano (Origanum Vulgare) obtenido a partir de dos tratamientos*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18905/1/UPS-CT08804.pdf>
- Trevisan, MT., Silva, M., Pfundstein, B., Spiegelhalder, B. & Owen, RW. (2006). Characterization of the Volatile Pattern and Antioxidant Capacity of Essential Oils from Different Species of the Genus Ocimum. *J. Agric. Food Chem.*, 54(12), ACS Publications. <https://doi.org/10.1021/jf060181>
- Ugalde, M. L., De Cezaro, A. M., Cenci, A., Júnior, C. R. A. S., Paroul, N., Toniazzo, G., Steffens, J., & De Oliveira, D. (2016). Actividad Antibacteriana y Antioxidante de los Aceites Esenciales Comerciales de Romero, Clavo de Olor, Orégano y Salvia. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 25, 54-60. <http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n25/n25a09.pdf>
- Zapata, F. (2017). *Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de Especies Vegetales en la Isla de Muisne (Esmeraldas)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6693/1/56T00709.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Ficha de Análisis Documental

	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS
---	--

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL (FAD)

Nombre del documento	
Tipo de documento	
Autor	
Referencia bibliográfica	
Palabras clave de búsqueda	
Ubicación/ clasificación bibliográfica	
Resumen de documento	
Observaciones	

Anexo B: Ficha de escala hedónica para el análisis sensorial



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR – SEDE ESMERALDAS
ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS**

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto: Hamburguesa de Res con Aceite Esencial de Chirarán .

Panelista N°: _____ **Fecha:** ____/____/____ **Edad:** _____ **Sexo:** _____

En la siguiente evaluación sensorial se medirán atributos como color, sabor, aroma y textura en base a una escala hedónica de 5 puntos con referente a la concentración de aceite esencial (AE%) presente en las muestras.

Escala Hedónica:

Muy agradable (5); Agradable (4); Ni agradable ni desagradable (3); Desagradable (2); Muy desagradable (1).

Recomendaciones:

- Observar y evaluar las muestras de manera correcta.
- Marcar con una X en el cuadro que crea correspondiente.

Aspecto Sensorial	Muestras														
	HRAC0					HRAC5					HRAC1				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Color															
Aroma															
Sabor															
Textura															

Observaciones: _____

Anexo C: Fotografías

Fotografía 1:

Equipo destilador



Fotografía 2:

Mezcla de Hidrolato y aceite esencial



Fotografía 3:

Producto final – Aceite Esencial



Fotografía 4:

Materiales para la elaboración de las hamburguesas



Fotografía 5:

Hamburguesas Tratamiento 3 – 0,3% A.E Chirarán



Fotografía 6:

Etiquetado y sellado de las muestras



Fotografía 7:

Evidencia I – Análisis Sensorial



Fotografía 8:

Evidencia II – Análisis Sensorial



Fotografía 9:

Evidencia III – Análisis Sensorial



Fotografía 10:

Evidencia IV – Análisis Sensorial



Anexo D: Resultados de Laboratorio

Informe 1:

Análisis – Chirarán



INFORME DE RESULTADOS IDR 33744-2022

Fecha: 03 de octubre del 2022

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre						
Dirección	-					
Teléfono	0963516547					
Contacto	Sr. Nixon Quifonez O.					
Tipo de muestra	Planta	Cantidad	Aprox. 500 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de papel	Fecha de recepción	23 de septiembre del 2022			
Colecta de muestra	Realizado por Cliente	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	62.3			
Fecha de Inicio de Análisis	24 de septiembre del 2022					
Fecha de Finalización del análisis	28 de septiembre del 2022					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de Cuantificación
Planta Nombre: Chirarán F. Exp: 6 días después de su recolección	UBA-33744-1	Acidez (FFA)	AOAC 940.28 (Volumetría)	0.19	%	-
		pH (24.9°C)	Potenciómetro (Electrometría)	7.21	u pH	-
		Densidad	Gravimétrico	1.0876	g/mL	-
		Polifenoles Totales	Singleton and Ross; 1965 (Espectrofotometría)	0.035	mg EGA/g	-
		Actividad Antioxidante DPPH (IC50)	(DPPH Method) (Espectrofotometría)	1.52 IC50 (Ac Gálico) 0.17 IC50 (Ac Ascórbico)	mg/mL	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N. A= No Aplica.						
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cdlá. La FAE. Mz. 20 solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
 Conmutador: 04 2288 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
 Email: nmontoya@uba-lab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Informe 2:

Análisis – Tratamiento T1



SEIDLaboratory Cía. Ltda.

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

www.seidlaboratory.com.ec



Certificados N° 2122-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR. 261469

FICHA DE ESTABILIDAD

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE					
CLIENTE:					
DIRECCION:	ESMERALDAS, AV. EL EJÉRCITO Y CALLE QUINTA				
TIPO DE MUESTRA:	M1, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES				
TIPO DE PRODUCTO:	M1, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES				
FECHA DE ELABORACION:	22.09.2022	FECHA DE CADUCIDAD:	22.10.2022		
LÓTE:	01	FORMA DE CONSERVACIÓN:	REFRIGERACION		
CONTENIDO DECLARADO:	ND				
MATERIAL DE ENVASE:	ENVOLTURA DE PLÁSTICO Y BOLSAS ZIPLOC				
INFORMACION DE LA MUESTRA					
CODIGO LABORATORIO:	261469- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	541,2g (Muestra para análisis)		
FECHA RECEPCION:	22/09/27	FECHA INICIO ENSAYO:	22/09/27		
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 4° C	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió			
ANALISIS DE ESTABILIDAD REFRIGERACION					
CONDICIONES DE LA PRUEBA		HUMEDAD RELATIVA 30 % +/-2			
TEMPERATURA 4 °C +/- 2					
		ANALISIS DE INICIO	ESTABILIDAD DE 7 DIAS	ESTABILIDAD DE 14 DIAS	
FECHA		22/09/27	22/10/04	22/10/11	
CODIGO DE LABORATORIO		261469-1	261469-2	261469-3	
ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	1,49	0,80	0,62
Índice de peróxidos*	SE.MI	meqO2/Kg	0,07	0,1	0,28

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE y A2LA"

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

" Las conclusiones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA"

Conclusiones: Una vez realizado los ensayos al producto verificamos que mantiene sus características y por lo tanto su período de vida útil es de **14 DIAS** a partir de la fecha de elaboración. Forma de conservación: **Refrigeración**

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 375 / PER -RG-01 pág. 40
 Datos tomados de GE-RG-03 pág. 379 / PER -RG-01 pág. 41
 Datos tomados de GE-RG-03 pág. 384 / PER -RG-01 pág. 43

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado
 Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/10/25
**FECHA
 EMISION**

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Informe 3:

Análisis – Tratamiento T2



www.seidlaboratory.com.ec

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR. 261470

FICHA DE ESTABILIDAD

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE					
CLIENTE:					
DIRECCION:	ESMERALDAS, AV. EL EJÉRCITO Y CALLE QUINTA				
TIPO DE MUESTRA:	M2, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES				
TIPO DE PRODUCTO:	M2, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES				
FECHA DE ELABORACION:	22.09.2022	FECHA DE CADUCIDAD:	13.10.2022		
LOTE:	01	FORMA DE CONSERVACION:	REFRIGERACION		
CONTENIDO DECLARADO:	ND				
MATERIAL DE ENVASE:	ENVOLTURA DE PLÁSTICO Y BOLSAS ZIPLOC				
INFORMACION DE LA MUESTRA					
CODIGO LABORATORIO:	261470-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	540,2g (Muestra para análisis)		
FECHA RECEPCION:	22/09/27	FECHA INICIO ENSAYO:	22/09/27		
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió Temperatura 4° C				
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD REFRIGERACION					
CONDICIONES DE LA PRUEBA TEMPERATURA 4 °C +/-2 HUMEDAD RELATIVA 30 % +/-2					
		ANÁLISIS DE INICIO	ESTABILIDAD DE 7 DIAS	ESTABILIDAD DE 14 DIAS	
FECHA		22/09/27	22/10/04	22/10/11	
CODIGO DE LABORATORIO		261470-1	261470-2	261470-3	
ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	1,42	1,61	0,62
Índice de peróxidos*	SE.MI	meqO2/Kg	0,08	0,1	0,39

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE y A2LA*

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

* Las conclusiones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA*

Conclusiones: Una vez realizado los ensayos al producto verificamos que mantiene sus características y por lo tanto su periodo de vida útil es de **14 DIAS** a partir de la fecha de elaboración. Forma de conservación: **Refrigeración.**

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 375 / PER -RG-01 pág. 40

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 379 / PER -RG-01 pág. 41

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 384 / PER -RG-01 pág. 43

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/10/25
FECHA EMISION

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Informe 4:

Análisis – Tratamiento T3



SEIDLABORATORY CÍA. LTDA.

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

www.seidlaboratory.com.ec



Certificados N° 2'02-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR. 261470

FICHA DE ESTABILIDAD

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE					
CLIENTE:					
DIRECCION: ESMERALDAS, AV. EL EJÉRCITO Y CALLE QUINTA					
TIPO DE MUESTRA: M3, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES					
TIPO DE PRODUCTO: M3, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES					
FECHA DE ELABORACION: 22.09.2022		FECHA DE CADUCIDAD: 13.10.2022			
LOTE: 01		FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACION			
CONTENIDO DECLARADO: ND					
MATERIAL DE ENVASE: ENVOLTURA DE PLÁSTICO Y BOLSAS ZIPLOC					
INFORMACION DE LA MUESTRA					
CODIGO LABORATORIO: 261470- 1		CONTENIDO ENCONTRADO: 540,2g (Muestra para análisis)			
FECHA RECEPCION: 22/09/27		FECHA INICIO ENSAYO: 22/09/27			
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA: Temperatura 4° C		MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió			
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD REFRIGERACION					
CONDICIONES DE LA PRUEBA TEMPERATURA 4 °C +/- 2 HUMEDAD RELATIVA 30 % +/-2					
			ANÁLISIS DE INICIO	ESTABILIDAD DE 7 DIAS	ESTABILIDAD DE 14 DIAS
FECHA			22/09/27	22/10/04	22/10/11
CODIGO DE LABORATORIO			261470-1	261470-2	261470-3
ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Grasa	SEF-G (AOAC 922.06)	%	1,59	1,24	1,09
Índice de peróxidos*	SE MI	meqO2/Kg	0,09	0,31	0,52

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE y A2LA"

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

" Las conclusiones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA"

Conclusiones: Una vez realizado los ensayos al producto verificamos que mantiene sus características y por lo tanto su periodo de vida útil es de **14 DIAS** a partir de la fecha de elaboración. Forma de conservación: **Refrigeración.**

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 375 / PER -RG-01 pág. 40

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 379 / PER -RG-01 pág. 41

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 384 / PER -RG-01 pág. 43

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

22/10/25
FECHA EMISION

Atentamente,

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Informe 5:

Análisis – Tratamiento T3



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR. 261470

FICHA DE ESTABILIDAD

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE						
CLIENTE:						
DIRECCION: ESMERALDAS, AV. EL EJÉRCITO Y CALLE QUINTA						
TIPO DE MUESTRA: M4, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES						
TIPO DE PRODUCTO: M4, HAMBURGUESA DE CARNE DE RES						
FECHA DE ELABORACION: 22.09.2022		FECHA DE CADUCIDAD: 13.10.2022				
LOTE: 01		FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACION				
CONTENIDO DECLARADO: ND						
MATERIAL DE ENVASE: ENVOLTURA DE PLÁSTICO Y BOLSAS ZIPLOC						
INFORMACION DE LA MUESTRA						
CODIGO LABORATORIO: 261470- 1		CONTENIDO ENCONTRADO: 540,2g (Muestra para análisis)				
FECHA RECEPCION: 22/09/27		FECHA INICIO ENSAYO: 22/09/27				
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA: Temperatura 4° C		MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió				
ANALISIS DE ESTABILIDAD REFRIGERACION						
CONDICIONES DE LA PRUEBA TEMPERATURA 4 °C +/- 2 HUMEDAD RELATIVA 30 % +/-2						
			ANALISIS DE INICIO	ESTABILIDAD DE 7 DIAS	ESTABILIDAD DE 14 DIAS	
FECHA			22/09/27	22/10/04	22/10/11	
CODIGO DE LABORATORIO			261470-1	261470-2	261470-3	
ENSAYOS FISICO QUIMICOS		METODO	UNIDAD	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Grasa		SEF-G (AOAC 922.06)	%	1,61	1,03	0,72
Índice de peróxidos*		SE.MI	meqO2/Kg	0,09	0,20	0,44

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE y A2LA*

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 1C 05-001

* Las conclusiones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA*

Conclusiones: Una vez realizado los ensayos al producto verificamos que mantiene sus características y por lo tanto su periodo de vida útil es de **14 DIAS** a partir de la fecha de elaboración. Forma de conservación: **Refrigeración.**

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 375 / PER -RG-01 pág. 40

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 379 / PER -RG-01 pág. 41

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 384 / PER -RG-01 pág. 43

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/10/25
FECHA EMISION

Página 3 de 3

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cia. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cia. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Anexo E: Pruebas Estadísticas

Prueba de Homocedasticidad – Análisis %Grasa e IP

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4$$

$$H_1: \text{Existe un } \sigma_i \neq$$

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Análisis de la varianza

RABS %-Grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS %-Grasa	12	0,66	0,37	52,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	5	0,01	2,31	0,1686
Tratamientos	0,05	3	0,02	3,03	0,1149
Día	0,01	2	0,01	1,23	0,3570
Error	0,03	6	0,01		
Total	0,10	11			

Análisis de la varianza

RABS í. Perox.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS í. Perox.	12	0,60	0,26	64,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,8E-03	5	7,7E-04	1,77	0,2530
Tratamientos	2,9E-03	3	9,7E-04	2,22	0,1862
Día	9,5E-04	2	4,7E-04	1,09	0,3940
Error	2,6E-03	6	4,3E-04		
Total	0,01	11			

Como p-valor = 0,1149 (%Grasa) y 0,1862 (IP) > $\alpha = 0,05$; no se rechaza H_0 ; por lo tanto, todas las desviaciones estándar son similares, es decir, se cumple con el supuesto de homocedasticidad.

Prueba de Normalidad – Análisis %Grasa e IP

H_0 : Las muestras se distribuyen normalmente

H_1 : Al menos una muestra es diferente

Nivel de significación: $\alpha = 0,10$

Normalidad %-Grasa Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T1	%-Grasa	3	0,97	0,46	0,90	0,3730
T2	%-Grasa	3	1,22	0,53	0,89	0,3437
T3	%-Grasa	3	1,31	0,26	0,95	0,5661
T4	%-Grasa	3	1,12	0,45	0,97	0,6675

Normalidad Í. Perox. Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T1	Í. Perox.	3	0,15	0,11	0,85	0,2519
T2	Í. Perox.	3	0,19	0,17	0,80	0,1102
T3	Í. Perox.	3	0,31	0,22	1,00	0,9739
T4	Í. Perox.	3	0,24	0,18	0,96	0,5954

Como p – valores $> \alpha=0,10$; no se rechaza H_0 ; por lo tanto, las cuatro muestras se distribuyen normalmente, cumpliendo así con el supuesto de normalidad.

Prueba de Homocedasticidad – Análisis Evaluación Sensorial

$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4$

H_1 : Existe un $\sigma_i \neq$

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Análisis de la varianza

RABS Color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Color	93	0,04	0,02	62,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,00	2	0,50	1,94	0,1498
Muestra	1,00	2	0,50	1,94	0,1498
Error	23,13	90	0,26		
Total	24,12	92			

RABS Aroma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Aroma	93	0,02	0,00	62,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,60	2	0,30	0,96	0,3871
Muestra	0,60	2	0,30	0,96	0,3871
Error	28,14	90	0,31		
Total	28,74	92			

RABS Sabor

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Sabor	93	0,03	0,01	75,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,01	2	0,50	1,33	0,2684
Muestra	1,01	2	0,50	1,33	0,2684
Error	33,98	90	0,38		
Total	34,99	92			

RABS Textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Textura	93	0,03	0,01	75,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,55	2	0,27	1,25	0,2922
Muestra	0,55	2	0,27	1,25	0,2922
Error	19,82	90	0,22		
Total	20,37	92			

Como p-valores $> \alpha = 0,05$; no se rechaza H_0 ; por lo tanto, todas las desviaciones estándar son similares, es decir, se cumple con el supuesto de homocedasticidad.

Prueba de Normalidad – Análisis Evaluación Sensorial

H_0 : Las muestras se distribuyen normalmente

H_1 : Al menos una muestra es diferente

Nivel de significación: $\alpha = 0,10$

Normalidad Color

Shapiro-Wilks (modificado)

Muestra	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
HRAC0	Color	31	3,48	0,77	0,84	<0,0001
HRAC1	Color	31	3,39	1,02	0,87	<0,0001
HRAC5	Color	31	3,39	1,09	0,88	0,0036

Normalidad Aroma

Shapiro-Wilks (modificado)

Muestra	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
HRAC0	Aroma	31	3,61	0,95	0,85	<0,0001
HRAC1	Aroma	31	3,06	1,09	0,89	0,0110
HRAC5	Aroma	31	3,81	1,14	0,79	<0,0001

Normalidad Sabor

Shapiro-Wilks (modificado)

Muestra	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
HRAC0	Sabor	31	3,39	1,17	0,87	<0,0001
HRAC1	Sabor	31	2,90	0,98	0,89	0,0137
HRAC5	Sabor	31	3,16	0,93	0,88	0,0030

Normalidad Textura

Shapiro-Wilks (modificado)

Muestra	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
HRAC0	Textura	31	3,52	0,81	0,83	<0,0001
HRAC1	Textura	31	3,19	0,83	0,84	<0,0001
HRAC5	Textura	31	3,13	0,72	0,82	<0,0001

Como p – valores $< \alpha=0,10$; se rechaza H_0 ; por lo tanto, ninguna de las muestras se distribuye normalmente, es decir, no se cumple el supuesto de normalidad.