

**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL  
EXTRAIDO DE LA CANDIA (*Hibiscus esculentus*) APLICADA A LA  
CONSERVACION DE HAMBURGUESA DE RES**

**MANUELA JULIO GUZMÁN  
EMIR RODRÍGUEZ LUNA**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS  
CARTAGENA DE INDIAS D. T Y C.  
2011**

**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL  
EXTRAIDO DE LA CANDIA (*Hibiscus esculentus*) APLICADA A LA  
CONSERVACION DE HAMBURGUESA DE RES**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero de Alimentos**

**GONZALO URBINA OSPINO  
QUÍMICO FARMACÉUTICO. CANDIDATO A MÁSTER EN CIENCIAS DE LA  
EDUCACIÓN**

**DIRECTOR**

**CLEMENTE GRANADOS CONDE**

**COORDIRECTOR**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS  
CARTAGENA DE INDIAS D. T Y C.  
2011**

**Nota de aceptación**

-----  
-----  
-----

-----  
Presidente del jurado

-----  
Jurado

-----  
Jurado

Cartagena de Indias D.T Y C. Noviembre 4 de 2011

**DEDICO A:**

Este trabajo primordialmente a Dios quien siempre estuvo allí ayudándome de una u otra forma para poder llegar a la instancia en la cual me encuentro hoy.

A mi familia. En especial a Siris María Luna Villalba mi madre, por apoyarme en cada uno de los proyectos que emprendí y por siempre estar allí cuando más lo necesité.

A Gustavo Rodríguez Santiago mi padre, el cual siempre me enseñó valores que siempre estarán presentes en mi vida, a mis hermanos Jonathan y Gustavo Rodríguez luna de los cuales recibo gran afecto.

A dos mujeres súper importantes en mi vida, mi novia Tania Tarriba Lezama y Luna Sofía Rodríguez Merlano. Las cuales se convirtieron en motores fundamentales para culminar con este proceso.

Por último quiero dedicar esta investigación a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo. Esas personas que siempre están y que me apoyan en todos los proyectos que me propongo.

**Con mucho cariño para todos**

**EMIR RODRIGUEZ LUNA**

Cartagena de Indias D.T Y C, Noviembre 4 de 2011

**DEDICO A:**

A mi **DIOS JEHOVA** el todo poderoso por haber sido mi guía y fuente de inspiración en momentos de angustias, esmeros, dedicación, alegría y tristezas que caracterizaron el transitar por este camino que hoy veo realizado y sin él no hubiese sido posible.

A mis padres Marlen Guzmán y Manuel Julio por haberme dado todo en esta vida, por sus valiosos consejos y por haber estado en los momentos de triunfos y fracasos.

A mis hermanos quienes me acompañaron en esta travesía con cariño y paciencia.

A mi tía Americana, mi abuelo Félix Guzmán y mi prima Ana Raquel y demás familiares por su apoyo y porque siempre creyeron en mí.

Por último a todos mis amigos que hicieron parte de esta lucha por alcanzar un sueño que hoy veo hecho realidad y para aquellas personas que no creyeron en mí y que pusieron en duda que nunca lograría este triunfo.

**Con mucho cariño para todos**

**MANUELA JULIO GUZMAN**

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de muchas personas. Inicialmente agradezco al señor Aristalco Julio y José Julio del municipio palo alto (sucre) por haber ayudado en la recolección de la planta.

Agradecemos también a:

- GONZALO URBINA OSPINO, por su asesoría y colaboración
- CLEMENTE GRANADOS CONDE, Ingeniero de alimentos, por su vital colaboración.
- LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA porque nos brindo los mejores años de nuestras vidas.
- A LABORATORIO DE QUIMICA Y FARMACIA por prestarnos todos los implementos, maquinarias Y laboratorio.
- A Todos los profesores de la U D C del programa de ingeniería de alimentos ya que contribuyeron a nuestra formación profesional.

Y a todas aquellas personas, que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo. Especialmente a el grupo de la muerte. Ronald Zambrano, Farud Paternina, José Joaquín Jaraba, Karen Altamar, Alexander Arrieta, Shaily López, Jorge Cuello, Ralph Rivero, Sandra García, Víctor Echenique y Yilian Mendoza.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página.</b>
1. Lista de figuras .....	1
2. Lista de tablas	2
3. Abreviaturas y Símbolos	4
4. Resumen	5
5. Introducción	6
6. Marco teórico	7
6.1.1. Clasificación	7
6.1.2. Distribución y Estado natural.	8
6.1.3. Características químicas de los aceites esenciales.	8
6.1.3.1. No terpenoides.	9
6.1.3.2. Terpenoides.	9
6.1.4. Hidrocarburos monoterpénicos.	10
6.1.5. Alcoholes	10
6.1.6. Aldehídos.	10
6.1.7. Fenoles.	11
6.1.8. Éteres fenólicos.	11
6.1.9. Cetonas.	11
6.1.10.éteres	11
6.1.11.ésteres.	11
6.2. Extracción y Aislamiento	12
6.3. Usos de los aceites esenciales.	15
6.3.1. Industria alimentaria.	15
6.3.2. Industrias farmacéuticas.	15
6.3.3. Industria de cosmético.	15
6.3.4. Industria de productos de uso de veterinario.	15
6.3.5. Desodorantes industriales.	15
6.3.6. Industria tabacalera.	16
6.3.7. Biosidas e insecticidas.	16
6.4. Actividad Biológica	16
6.5. Generalidades y Conservación de los alimentos.	19
6.5.1. Alteración de los alimentos.	19
6.5.2. Principales métodos de conservación de los alimentos.	20
6.5.3. Tratamientos físicos	20
6.5.3.1. Refrigeración y congelación	20
6.5.3.4. Pasteurización o esterilización	21
6.5.3.3. Irradiación	21
6.5.3.4. Control de agua libre del medio	21
6.5.4. Tratamiento químico	22
6.5.4.1. Conservadores	22
6.5.5. Derivados cárnicos.	23
6.5.5.1. Los productos cárnicos crudos curados	24

6.5.5.2. Los productos cárnicos tratados por calor	24
6.5.5.3. Productos cárnicos frescos.	24
6.5.5.4. Hamburguesa	24
6.6. Candia	25
6.7. Nutrición.	26
6.8. Usos de la candia	27
6.8.1. Culinarios	27
6.8.2. Medicinales	27
7. Justificación	29
8. Objetivos	30
8.1. Objetivo general	30
8.2. Objetivos específicos	30
9. Materiales y métodos	31
9.1.1. Material vegetal	31
9.1.2. Preparación de los extractos.	31
9.1.3. Proceso cromatográfico	31
9.1.4. Determinación de la actividad antioxidante invitro	32
9.2. Formulación de la hamburguesa de res.	33
9.2.1. Elaboración del producto	33
9.2.2. Formulación y fabricación de la carne para la hamburguesa.	35
9.3. Análisis bromatológicos.	36
9.4. Análisis microbiológicos.	36
9.5. Análisis sensorial	36
9.6. Determinación de la vida útil.	36
10. resultados	37
10.1. Cálculos	51
10.2. Análisis y discusión de los resultados.	53
11. conclusiones	55
12. recomendaciones.	56
13. referencias bibliográficas.	57
14. anexos	61



## 1. LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de piña.

**Figura 2.**diagrama de flujo empleado en la elaboración de la hamburguesa.

**Figura 3.**muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de hojas de candia.

**Figura 4.** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de tallos de candia.

**Figura 5.** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de frutos de candia.

**Figura 6.**actividad antioxidante de los aceites esenciales extraídos de la candia (hibiscus esculentus).mediante el método de decoloración del radical DPPH.

**Figura7.**evaluacion sensorial de la muestra N<sub>0</sub> 1 con 250ppm de adición de aceite esencial (hibiscus esculentus) hojas.

**Figura8.**evaluacion sensorial de la muestra N<sub>0</sub> 1 con 500ppm de adición de aceite esencial (hibiscus esculentus) hojas.

**Figura9.**evaluacion sensorial de la muestra N<sub>0</sub> 1 con 1000ppm de adición de aceite esencial (hibiscus esculentus) hojas.

**Figura10.**evaluacion sensorial promedio de las muestras N<sub>0</sub> 1, 2,3 de la hamburguesa de res con adición de aceite esencial (hibiscus esculentus) hojas.

## 2. LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.**Ficha técnica de la candia (*hibiscus esculentus*)

**Tabla 2.** Formulación de hamburguesa de carne de res.

**Tabla 3.**Composicion química del aceite esencial *hibiscus esculentus* (candia) obtenido por arrastre de vapor de las hojas.

**Tabla 4.**Composicion química del aceite esencial *hibiscus esculentus* (candia) obtenido por arrastre de vapor de los tallos.

**Tabla 5.**Composicion química del aceite esencial *hibiscus esculentus* (candia) obtenido por arrastre de vapor de los frutos.

**Tabla 6.**Resultados de pruebas bromatológicas.

**Tabla 7.**Resultados semana 1, 2, 3, del tratamiento.

### 3. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<b>DPPH</b>	<b>(1,1-difenil-2-picril-hidracilo)</b>
<b>GC</b>	<b>cromatografía de gases</b>
<b>AEC</b>	<b>Aceite esencial de candia</b>
<b>AE</b>	<b>Aceite esencial</b>
<b>TBA</b>	<b>Acido tiobarbiturico</b>
<b>ABS<sub>1</sub></b>	<b>Absorbancia del blanco</b>
<b>ABS<sub>0</sub></b>	<b>Absorbancia de la muestra</b>
<b>N.I</b>	<b>No identificable</b>
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>Cantidad obtenida de aceite</b>
<b>M<sub>2</sub></b>	<b>Gramos de candia utilizados para la extracción de aceite</b>
<b>P</b>	<b>Rendimiento</b>

#### 4. RESUMEN

En esta investigación se evaluó la potencial aplicación de aceites esenciales de diferentes partes de la planta (hojas, tallos, frutos) como posibles conservantes y antioxidantes naturales en un producto cárnico como la hamburguesa de res, que permitan sustituir parcial o totalmente aditivos como el nitrito y butilhidroxianisol por la adición de aceites esenciales que encontramos en: candia (***Hibiscus esculentus***). Se procesó el producto cárnico adicionando los aceites esenciales para evaluar su poder antioxidante (prueba *in vitro* de actividad antioxidante por espectrofotometría mediante el método DPPH). para realizarle análisis microbiológicos (recuento de Mesofilos totales, Coliformes totales, Coliformes fécales, Staphylococcus aureus) y bromatológicos (contenido de proteína, grasa ,Humedad ,Cenizas ,TBA y PH) en un periodo de almacenamiento de 21 días, además de las pruebas sensoriales hedónica y de color, donde se determinó que el producto sólo difiere del producto sin especias; en las propiedades de aroma y sabor del aceite esencial agregado, el producto gusta al consumidor y no tiene una diferencia estadísticamente significativa en las características de color.

**Palabras claves:** aceites esenciales, antioxidante, conservante, *hibiscus esculentus*

## 5. INTRODUCCION

El conocimiento y el empleo de los aceites esenciales se remontan a tiempos antiguos. Los aceites esenciales, son productos químicos que forman las esencias odoríferas de un gran número de vegetales. Éstos son líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter, aceites vegetales y minerales. Generando una alternativa en la utilización de estos, y en especial por la creciente preferencia de productos orgánicos y la continua preocupación del consumidor por preservar su salud.

Los productos cárnicos son susceptibles de dos principales formas de deterioro: el microbiológico y el oxidativo, empleándose con mucha frecuencia nitritos y antioxidantes sintéticos para prevenir el daño ocasionado por las reacciones de oxidación y el crecimiento microbiano; es el empleo de nitritos el que conduce a la formación de N-nitrosaminas en productos cárnicos (Vargas del Río y Taborda, 2006). Las N-nitrosaminas son potentes carcinógenos y mutágenos, por lo cual el uso de nitritos en productos cárnicos ha sido tema de controversia en las últimas décadas.

El conocimiento generado con la realización de la presente investigación servirá como aporte al desarrollo de conservantes y antioxidantes naturales que puedan ser aplicados a productos cárnicos y otros alimentos, en las concentraciones necesarias para garantizar su inocuidad sin alterar sus propiedades nutricionales o sensoriales. Además, servirán como aporte a los planes y programas de desarrollo regional basados en el cultivo, uso y comercialización de plantas medicinales y aromáticas.

## 6. MARCO TEORICO

Un aceite esencial o esencia (ambos términos se consideran sinónimos) como una parte del metabolismo de un vegetal, compuesto generalmente por terpenos, que están asociados o no a otros componentes, la mayoría de ellos volátiles, y generan en conjunto el olor de dicho vegetal. Iremos desglosando esta definición para comprenderla mejor y ver sus excepciones. (Bandoni, 2002).

Mezcla de componentes volátiles producto del metabolismo secundario de las plantas en cuya composición interviene una porción de hidrocarburos de la serie polimetilénica del grupo de los terpenos que responden a la fórmula  $(C_5H_8)_n$  junto con otros compuestos casi siempre oxigenados (alcoholes, ésteres, éteres, aldehídos y compuestos fenólicos) que son los que transmiten a los aceites el aroma que los caracteriza. (Staschenko, E. 1995).

### 6.1. CLASIFICACION

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los Bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc. Las Oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, balata, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavel, etc.). De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosos. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencia de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios.

Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (p.ej. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (p.ej. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (p.ej. clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general nos resultará útil para propósitos de estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos. (Alejandro Martínez M., 2001).

### 6.1.1. DISTRIBUCION Y ESTADO NATURAL

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajeno, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.), en el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.), en el tallo (canela, caparrapí, etc.),( J. NAT. PROD.1996) en las flores (árnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.) y en los frutos (alcaravea, cilantro, laurel, nuez moscada, perejil, pimienta, etc.). Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de los órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales. Por el contrario, los sesquiterpenoides abundan en Magnoliales, Rutales, Cornales y Asterales (Guignard, J-L., Cosson, L., Henry, M.1985). Aunque en los aceites esenciales tanto los mono, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se les encuentra en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos (D Manns.1995), ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal.

El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1%) mediante extracción se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría de ellos, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. La proporción de estas sustancias varía de un aceite a otro, y también durante las estaciones, a lo largo del día, bajo las condiciones de cultivo y genéticamente.

El término **quimiotipo** alude a la variación en la composición del aceite esencial, incluso dentro de la misma especie. Un quimiotipo es una entidad químicamente distinta, que se diferencia en los metabolitos secundarios. Existen pequeñas variaciones (ambientales, geográficas, genéticas, etc.) que producen poco o ningún efecto a nivel morfológico que sin embargo producen grandes cambios a nivel de fenotipo químico.

Un caso típico es el del tomillo, *Thymus vulgaris*, que tiene 6 quimiotipos distintos según cuál sea el componente mayoritario de su esencia (timol, carvacrol, linalol, geraniol, tujanol o terpineol. Cuando esto ocurre, se nombra la planta con el nombre de la especie seguido del componente más característico del quimiotipo, por ejemplo, *Thymus vulgaris* linalol ó *Thymus vulgaris* timol. (Fernando muñoz, 2002).

### 6.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales son volátiles y son líquidos a temperatura ambiente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de safrán o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado.

Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, como éter o cloroformo, y alcohol de alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son arrastrables por el vapor de agua. (Bruneton.J, 2001)

### 6.1.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los componentes de los aceites se clasifican en no Terpenoides y Terpenoides.

**6.1.3.1. No Terpenoides.** En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.

**6.1.3.2. Terpenoides.** Son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialmente. Los terpenos derivan, de unidades de isopreno ( $C_5$ ) unidas en cadena. Los terpenos son una clase de sustancia química que se halla en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como los pinos y muchos cítricos. Principalmente encontramos en los aceites monoterpenos ( $C_{10}$ ), aunque también son comunes los sesquiterpenos ( $C^{15}$ ) y los diterpenos ( $C_{20}$ ). Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos. (Fernando muñoz, 2002)

Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- ✚ Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- ✚ Aldehídos (geraniol, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- ✚ Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- ✚ Éteres (1,8 – cineol) y peróxidos (ascaridol)



✚ Hidrocarburos (limoneno,  $\alpha$  y  $\beta$  pineno)

#### 6.1.4. Hidrocarburos Monoterpénicos

Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales, y precursores de los más complejos, que son los terpenos oxidados. Se denominan terminando en – eno.

Por ejemplo el **limoneno** es el precursor de los principales componentes de la esencia de las mentas (*Mentha* spp., F. Lamiaceae), como **carvona** y **mentol**. El limoneno se encuentra también en cítricos y en el eneldo, *Anethum graveolens* (F. Apiaceae).

También los compuestos  $\alpha$  y  $\beta$  - **pineno** se encuentran muy ampliamente distribuidos en la naturaleza, especialmente en la esencia de trementina, del género *Pinus* (F. Pinaceae).

#### 6.1.5. Alcoholes

Los alcoholes llevan el grupo hidroxilo (OH) unido al esqueleto C<sub>10</sub>. Se denominan terminados en (OL), Son muy apreciados por su aroma. Por ejemplo, el linalol, que tiene dos formas, el R-linalol se encuentra en la rosa y la lavanda y es el componente mayoritario de la *Mentha arvensis*. La forma S-linalol en el aceite de lavanda con un contenido > 5% indica adulteración. El **linalol** le da el sabor a las hojas de té, el tomillo y el cardamomo. Otro compuesto de este grupo, el **mentol**, es uno de los responsables del sabor y el olor de la menta, cuya esencia puede tener hasta un 50% de este componente. También el **geraniol**, del geranio de olor (*Pelargonium* spp), el **citronelol** de la rosa (*Rosa gallica*), en **borneol** del romero, y el **santalol** del sándalo (*Santalum album*, F. Santalaceae).

#### 6.1.6. Aldehídos

Los aldehídos son compuestos muy reactivos. Se nombran acabados en (AL). Muchos de ellos, por ejemplo los encontrados en los cítricos, se corresponden con su respectivo alcohol, por ejemplo, geraniol – **geranial** o citronelol – **citronelol**. Son abundantes en los cítricos, responsables del olor característico, principalmente los isómeros geranial ( $\alpha$  citral) y neral ( $\beta$  citral) juntos conocidos como **citral**. Este compuesto, además de su aroma característico, tiene propiedades antivirales, antimicrobianas y sedantes. Pero muchos de ellos, incluido el citral, son irritantes para la piel por lo que no se puede hacer uso tópico de ellos. Otro grupo importante son los aldehídos aromáticos, como el **benzaldehído**, componente principal del aceite de almendras amargas y responsable de su aroma característico.

### 6.1.7. Fenoles

Sólo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son el **timol** y el **carvacrol**, que se encuentran en los tomillos (g. *Thymus*) y oréganos (g. *Origanum*), ambos de la Fam. Labiatae. Otro fenol muy importante es el **eugenol**, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo. Es un potente bactericida, así como anestésico, y se emplea en odontología.

### 6.1.8. Éteres fenólicos

Son los componentes principales de especias como el apio y el perejil (**apiol**), anís (**anetol**), albahaca (**metilchavicol**) y estragón (**estragol**). El **safrol** es un componente muy empleado en perfumería que se encuentra en la corteza del árbol del sasafrás (*Sassafras albidum*, F. Lauraceae).

### 6.1.9. Cetonas

Se producen por la oxidación de alcoholes y son moléculas bastante estables. Terminan en –ona. La **carvona** está presente en la *Mentha spicata*. La **tuyona** (aislada por primera vez en la Tuya, *Thuja occidentalis*, F. Cupressaceae) y **pulegona** son bastante tóxicas y nunca deben usarse en el embarazo. La tuyona se encuentra en plantas como el género *Artemisia* (*Artemisia absinthium*, con la cual se hace el vermouth y la absenta), y en la salvia (*S. officinalis*). La pulegona se aisló por primera vez en el poleo (*Mentha pulegium*).

### 6.1.10. Éteres

Los éteres u óxidos Monoterpénicos son reactivos e inestables. Un ejemplo es el óxido de **bisabolol** presente en la manzanilla (*Matricaria chamomilla*). Otro muy común es el **1,8 – cineol** (también llamado **eucaliptol**), que es el componente principal del aceite de eucalipto. Es expectorante y mucolítico y el componente principal de medicamentos para la tos. El aceite de eucalipto varía en aroma según el contenido en 1,8 – cineol. El aceite rico en este componente (*Eucaliptus globulus*, F. Myrtaceae) se emplea más para uso medicinal, mientras que el de contenido más bajo (Por ejemplo *E. radiata*) se emplea para aromaterapia.

### 6.1.11.Ésteres

La mayoría de los éteres se forman por reacción de un alcohol terpénico con ácido acético. Su aroma caracteriza a los aceites en los que se encuentran.

Por ejemplo, el aceite de lavanda contiene linalol y su éster, **acetato de linalilo**. La abundancia relativa de estos dos compuestos es un indicador de buena calidad.

El **salicilato de metilo**, derivado del ácido salicílico y metanol, es un compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina que se encuentra en un tipo de brezo (*Gaultheria procumbens*, F. Ericaceae), y se emplea tópicamente en linimentos. (Muñoz Fernando, 2002).

## 6.2. EXTRACCION Y AISLAMIENTO

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos.

En la **expresión** el material vegetal es exprimido para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencia de cítricos. (Martínez M, Alejandro, 2001).

En la **destilación por arrastre con vapor de agua**, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada. (J. Chem.1980).

En el método de **extracción con solventes volátiles**, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles. (J. Chem. 1991).

En el método de enflorado o **enfleurage**, el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otro medio físico-químico. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa. (Alejandro Martínez M., 2001).

El método de **extracción con fluidos supercríticos**, es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un líquido supercrítico (por ejemplo bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones. (Kerrola, K., Kallio, H.1993).

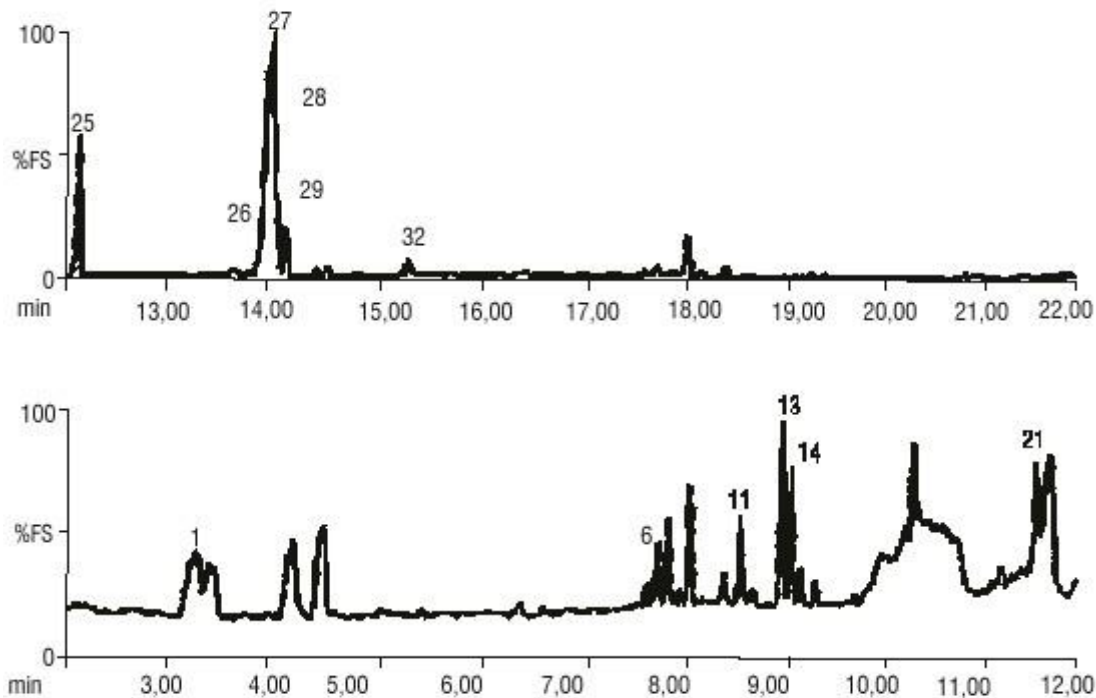
Como se mencionó anteriormente, la mayoría de monoterpenos y sesquiterpenos se encuentran presentes en los aceites esenciales de diversas plantas. A partir de dichos aceites es posible realizar su aislamiento mediante la utilización de uno o varios métodos **Cromatográficos** tales como la cromatografía en columna, en capa fina y HPLC. Para las cromatografías en columna y en capa fina se utiliza ampliamente la sílica gel como fase estacionaria. Como fase móvil se emplean solventes apolares puros o mezclados, tales como:

Tolueno-acetato de etilo 93:7, benceno, cloroformo, diclorometano, benceno-acetato de etilo 9:1, benceno-acetato de etilo 95:5, cloroformo-benceno 75:25, cloroformo-etanol-ácido acético 94:5:117, cloroformo-benceno 1:118,19. (J. Chem.1991).

Sin embargo actualmente se utilizan técnicas de separación más eficientes y rápidas como la cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC20, y la cromatografía de gases (CG). (Dugo, G. y col.1992), así como también combinaciones "ON-LINE" HPLC-CG-EM2. (Mondello, L. y col.1994), estos mismos métodos se utilizan para el análisis de las esencias florales. (Barkman, T.J. y col.1997).

Esta última técnica gracias al desarrollo reciente de columnas capilares de alta resolución, permite analizar mezclas complejas presentes en aceites esenciales, e identificar los componentes a partir de los tiempos de retención a través de los denominados Índices de Retención de Kovats (Ik). (Denayer, R. Tilquin, B.1994), estos valores son característicos para cada componente y existen bases de datos con los índices de muchos componentes de aceites esenciales.

Los valores Ik se determinan en dos columnas Cromatográficas una polar (por ejemplo CARBOWAX 20M) y una apolar (por ejemplo OV- 101 también llamada DB-1).



**(Figura 1).** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de piña. (Flath, R.A., Forrey, R.R.1970).

Adicionalmente, la técnica acoplada Cromatografía de Gases- Espectrometría de masas, permite obtener el espectro de masas de cada componente con el cual se obtiene el peso molecular e información estructural. Así mismo existen bases de datos con los espectros de masas de muchos componentes, por lo cual el índice de Kovats (determinado en dos columnas de diferente polaridad) y el espectro de masas son criterios para la asignación química de muchos componentes de aceites esenciales, no solo monoterpenos sino también otros tipos de sustancias características de dichos aceites. (Maat, L. y col.1992).

Las características más importantes de ésta técnica son:

- Alta sensibilidad: la cantidad de muestra necesaria es pequeñísima.
- Elevada resolución: permite el análisis de mezclas siempre que puedan ser introducidas por cromatografía de gases.
- Facilidad y comodidad: las muestras pueden ser líquidas o sólidas o bien disueltas en disolventes adecuados.

**Espectrofotometría por el método DPPH**, fue desarrollado por Brand-Willians y se fundamenta en que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul violeta, decolorándose a amarillo pálido por la reacción de la

presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida espectrofotométricamente a 517 nm. Por diferencia de absorbancia se determina el porcentaje de captación de radical libre DPPH a una concentración de 20mg/L.

### **6.3. USOS DE LOS ACEITES ESENCIALES**

#### **6.3.1. Industria Alimentaria**

Se emplean para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, etc. Los aceites más empleados por esta industria son el Cilantro, Naranja y Menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. Con respecto a esta utilidad podemos citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre otros. Estas esencias también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

#### **6.3.2. Industria Farmacéutica**

Se usan en cremas dentales (aceite de menta e hinojo), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias (eucalipto). El eucalipto es muy empleado en odontología. Son utilizados en la fabricación de neutralizantes de sabor desagradable de muchos medicamentos (naranjas y menta, entre otros).

#### **6.3.3. Industria de Cosméticos**

Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje. En este campo se pueden citar los aceites de geranio, lavanda, rosas y pachouli.

#### **6.3.4. Industria de productos de uso veterinario**

Esta industria emplea el aceite esencial de *Chenopodium ambrosoides* muy apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También requiere limoneno y mentol como insecticidas.

#### **6.3.5. Desodorantes Industriales**

Actualmente se ha desarrollado el uso de esencias para disimular el olor desagradable de algunos productos industriales como el caucho, los plásticos y las pinturas. La industria de las pinturas emplea limoneno como disolvente biodegradable. También se imparte olor a juguetes. En textiles, como enmascaradores de olores en tratamientos con mordientes antes y después del

teñido. En papelería, para impregnar de fragancias cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales.

### 6.3.6. Industria tabacalera

Demanda mentol para los cigarrillos mentolados.

### 6.3.7. Biosidas e insecticidas

Existen esencias con propiedades bactericidas, como el tomillo, clavo, salvia, mentas, orégano, pino, etc. Otras son insecticidas:

- ✚ Contra hormigas: *Mentha spicata* (spearmint), *Tanacetum* y poleo.
- ✚ Contra áfidos: ajo, otros *Allium*, coriandro, anís, albahaca.
- ✚ Contra pulgas: lavanda, mentas, lemongrass, etc.
- ✚ Contra moscas: ruda, citronela, menta, etc.
- ✚ Contra piojos: *Mentha spicata*, albahaca, ruda, etc.
- ✚ Contra polilla: mentas, Hisopo, romero, eneldo, etc.
- ✚ Contra coleópteros: *Tanacetum*, comino, ajeno y tomillo, etc.
- ✚ Contra cucarachas: menta, ajeno, eucalipto, laurel, etc.
- ✚ Contra nemátodos: *Tagetes*, salvia, caléndula (Muñoz Fernando , 2002)

## 6.4. ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Los componentes de aceites esenciales como el limoneno y derivados hidroxilados han mostrado potencial uso en la quimioterapia del cáncer mamario. (MN Gould, Journal of Cellular Biochemistry, 1995).

El nerolidol, presente en la yerba mate, posee actividad anticáncer (Kubo I., Muroi H., Himejima, 1993), el  $\beta$ -cariofileno es antiinflamatorio y citoprotector gástrico (Tambe, Y. y col, 1996).

El caparratrieno aislado del aceite de la especie colombiana *Ocotea caparrapi*, Lauraceae, presenta actividad contra células de leucemia (Palomino, E., y col, 1996).

Los aceites esenciales de varias especies de *Sideritis* sp. , Lamiaceae, y otras plantas, presentan actividad antimicótica (hongos patógenos al hombre), y en menor grado presentan actividad antimicrobiana (Adam, K. y col, 1998). El aceite esencial de *Cymbopogon densiflorus* tiene actividad contra varias bacterias Gram-positivas y Gram-negativas (Takaisi-Kikuni, N. B., y col, 2000).

Se reporta una "árnica" como *Heterotheca inuloides*, Asteráceas, cuyas flores contienen  $\beta$  cariofileno y otros terpenos con propiedades antioxidantes y citotóxicas, lo que sugiere su uso potencial para el tratamiento del cáncer (Kubo, I. y col, 1996). En Australia el aceite esencial del árbol de té *Melaleuca alternifolia* (Mirtáceas) se le atribuyen propiedades contra el acné, forúnculos e infecciones por levaduras (Osborne, F., Chandler, F., 1998). Y existen industrias

alrededor de este producto. El aceite esencial de *Tetradenia riparia* (Labiadas), contiene 22.6% de a-terpineol y posee actividad antimalárica (.Campbell, W. E. y col, 1997).

Por lo anterior se ha demostrado que existen compuestos de aceites esenciales extraídos de plantas que no solo son utilizados para la prevención y tratamiento de muchas enfermedades, sino que también son útiles para la industria de alimento como aditivos naturales con propiedades funcionales como lo es el poder antioxidante.

Los antioxidante son compuestos que retardan o inhibir la degradación oxidativa de las moléculas orgánicas (radicales libres) y ayudan a prevenir la formación de colores y olores desagradables; estos pueden ser de origen natural y sintético. Pero para la mayoría de los utilizados comercialmente son de origen sintético, debido a que algunos de los antioxidante sintéticos son altamente inestables bajo condiciones de trabajo y en ciertos casos ocasionan efectos adversos sobre la salud de animales de experimentación.los investigadores han intentado encontrar sustancias más estables ,eficaces, versátiles o menos toxicas, para cumplir este objetivo se ha obtenido diferentes tipos de compuestos a partir de rutas sintéticas o fuentes naturales.asi por ejemplo, entre los compuestos de origen natural se encuentran carotenoides, vitamina C y E ,tocoferoles, flavonoides y licopenos entre otros.(Dorkony,J.yanishlieva,N.gordon,2001).

La medida de antioxidantes no es un proceso directo, como este es un grupo diverso de compuestos con diversas reactividades a diversas especies reactivas al oxígeno. En tecnología de los alimentos, la capacidad de absorbanca de radicales del oxígeno (ORAC por sus siglas en inglés) se ha convertido en el estándar actual de la industria para determinar la capacidad de antioxidantes en alimentos, jugos y aditivos alimenticios (Cao G, Alessio H, Cutler R, 1993). Otras pruebas de medición incluyen el reactivo de Folin-Ciocalteu y el ensayo de capacidad antioxidante equivalente al trolox (Prior R, Wu X, Schaich K, 2005). En medicina, una gama de diversos análisis se utiliza para determinar la capacidad antioxidante del plasma sanguíneo y de estos, el análisis ORAC es el más confiable (Cao G, Prior R, 1998).

Los antioxidantes se encuentran en cantidades que varían en alimentos tales como vegetales, frutas, cereales del grano, legumbres y nueces. Algunos antioxidantes tales como licopeno y el ácido ascórbico se pueden destruir si son almacenados mucho tiempo, o por cocción prolongada (Xianquan S, Shi J, Kakuda Y, Yueming J 2005). Otros compuestos antioxidantes son mas estables, por ejemplo los antioxidantes polifenolicos en alimentos tales como cereales, trigo integral y te (Baublis A, Lu C, Clydesdale F. Decker E, 2000). En general los alimentos procesados contienen menos antioxidantes que los



alimentos frescos y crudos, puesto que los procesos de la preparación exponen el alimentos al oxígeno (Henry C, Heppell N, 2002).

Algunos antioxidantes se producen en el cuerpo y no son absorbidos en el intestino. Un ejemplo es el glutatión, que es producido a partir de aminoácidos. Mientras que cualquier glutatión en los intestinos es escindido para liberar cisteína, glicina y ácido glutámico antes de ser absorbido, incluso las dosis orales grandes tienen poco efecto en la concentración del glutatión en el cuerpo (Witschi A, Reddy S, Stofer B, Lauterburg B, 1992). El ubiquinol (coenzima Q) también se absorbe mal en los intestinos y es producido en el hombre por la ruta del mevalonato (Turunen M, Olsson J, Dallner G, 2004).

Los antioxidantes se utilizan como los aditivos alimenticios para ayudar a preservar los alimentos. La exposición al oxígeno y a la luz del sol son los dos factores principales que causan la oxidación de alimentos, así que el alimento es preservado manteniéndolo en la oscuridad y sellándolo en envases o aun cubriéndolo en cera, como los pepinos. Sin embargo, como el oxígeno es también importante para respiración de la planta, almacenar los materiales de planta en condiciones anaerobias produce sabores y olores desagradables (Kader A, Zagory D, Kerbel E, 1989). Por lo tanto el empaquetado de frutas frescas y vegetales, contiene una atmosfera de oxígeno de 8%. Los antioxidantes son una clase especialmente importantes de conservantes ya que a diferencia de los desechos de baterías o fungí, las reacciones de la oxidación aun ocurren relativamente rápido en alimentos congelados o refrigerados (Zallen E, Hitchcock M, Goertz G, 1975). Estos conservantes incluyen el ácido ascórbico (AA, E300), el propil gallato (PG, E310), los tomoferoles (E306), la butilhidroquinona terciaria (TBHQ), la butilhidroxianisola (BHA E 320) y el butil hidroxitolueno (BHT, E321). (Iverson F, 1995).

Las moléculas más comunes atacadas por la oxidación son las grasas no saturadas; la oxidación las vuelve rancias (Robards K, Kerr A, Patsalides E, 1988). Puesto que los lípidos oxidados se decoloran a menudo y tienen un gusto desagradable tal como sabores metálicos o sulfurados, es importante evitar la oxidación de alimentos ricos en grasas. Así, estos alimentos son raramente preservados en seco; en su lugar son preservados ahumados, salados o fermentados. Los alimentos incluso menos grasos tales como frutas se rocian con los antioxidantes sulfurados antes del secado al aire. La oxidación es catalizada a menudo por los metales, que es la razón por la cual las grasas tales como la mantequilla nunca se deben envolver en papel de aluminio o mantener envases de metal. Algunos alimentos grasos tales como aceite de oliva son protegidos parcialmente contra la oxidación por su contenido natural de antioxidantes, pero siguen siendo sensibles a la fotooxidación (Del Carlo M, Sacchetti G, Di Mattia C, Compagnone D, Mastrocola D, Liberatore L, Cichelli A, 2004).

## **6.5. GENERALIDADES DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

La conservación de los alimentos, ha sido una tarea de capital importancia para el ser humano desde la alborada de la humanidad. En sus orígenes, el hombre era esencialmente cazador y recolector de frutos silvestres, y debía consumir sus alimentos prácticamente de inmediato, dedicando gran parte de su existencia a esta actividad. A medida que el hombre fue descubriendo algunas técnicas primitivas de conservación de alimentos, como por ejemplo el ahumado, la cocción al fuego y el secado al sol, la salazón, las fermentaciones alcohólicas de ciertos zumos de frutos, la conservación de alimentos en aceites y grasa animales y la fermentación láctica para la producción de quesos y leches acidas, entre otras. Se hizo posible la conservación de algunos alimentos por mayor tiempo.

Esta evolución del hombre fue gradual, limitándose a la conservación de alimentos por las técnicas primitivas y al consumo de alimentos frescos, incluyendo a los alimentos domesticados o alimentos semiprocados. La revolución industrial trajo grandes adelantos en la tecnología de la conservación de alimentos, por la aplicación de nuevos inventos como la caldera de vapor y maquinaria al procesamiento de alimentos.

Obviamente el desarrollo de nuevos procesos y técnicas para conservar los alimentos debe continuar como parte esencial del desarrollo mismo de la civilización y evolución de la humanidad. (José A. Barreiro, Aleida J Sandoval B, 2002).

### **6.5.1. ALTERACIONES DE LOS ALIMENTOS**

Las alteraciones de los alimentos por microorganismos es una de las causas más preocupantes en la industria de alimentos porque, además de echar a perder grandes cantidades de nutrientes, pueden dar lugar a intoxicaciones graves. Por esta razón es muy importante el control del crecimiento microbiano de un alimento. (N. Cubero, A. Monferrer, y J. Villalta. 2002).

El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro del producto después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos. (Vázquez Manuel. 2001).

## **6.5.2. PRINCIPALES MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS**

A partir del descubrimiento de los microorganismos y de su participación como causa de enfermedad (finales del siglo XIX), se establecieron las bases para la generación de principios científicos que permitirían prevenir la contaminación, impedir la proliferación, inactivar de manera segura los agentes patógenos microbianos en los alimentos y desarrollar técnicas que permitan su detección.

Existen una serie de factores que influyen en el desarrollo de una alteración microbiana: tiempo, temperatura, pH, potencial redox, presión osmótica, contenido en “agua libre” (la fracción del agua total en la que tienen oportunidad de crecer los microorganismos), etc. Conocer los límites de viabilidad de los microorganismos ha ayudado a establecer diferentes sistemas y condiciones que, aplicados al alimento, aseguran razonablemente su conservación.

Los métodos de conservación de alimentos utilizan siempre una serie de etapas y operaciones que combinadas, tienden a prevenir la acción de los microorganismos, las enzimas y las reacciones químicas. (Planella Isidro.2003). La mayoría de las tecnologías de conservación se basan en aplicar calor, deshidratación, fermentación, radiaciones.

Con ellos se evita que los alimentos frescos que son muy perecederos (carne, pescado, hortalizas, huevos) se estropeen y de este modo duran mas.( Silla Santos ,María Hortensia.2002)

Estos se dividen en tratamientos físicos y químicos.

### **6.5.3. Tratamientos físicos**

#### **6.5.3.1. La refrigeración y congelación.**

El enfriamiento o refrigeración del alimento hasta la temperatura adecuada en cada caso, restringe la actividad enzimática, inhibe la reproducción del microorganismo y reduce la deshidratación. Es importante subrayar que con refrigeración no se matan los microorganismos, sino que su actividad biológica se inhibe por un tiempo, determinado por la temperatura de almacenamiento. La refrigeración es un método empleado para conservar y almacenar alimentos muy perecederos. (Elementos de Nutrición Humana. Ed. EUNED, 2001) Si bien el almacenamiento y manipulación de los alimentos a temperaturas de refrigeración consiguen prolongar su vida útil durante un tiempo, generalmente suficiente para que estos lleguen a la industria transformadora o al consumidor

en condiciones adecuadas, favorece también al crecimiento selectivo de algunas bacterias psicrotrofas que producen enzimas exocelulares termorresistentes, principales responsables de la alteración de los alimentos.

La congelación es un procedimiento que consiste en bajar la temperatura de un producto hasta un nivel en que la mayor parte del agua de constitución de transforma en cristales de hielo más o menos grandes. Este proceso detiene la mayoría de las reacciones enzimáticas, además frena el desarrollo y la acción de la mayor parte de microorganismos a la temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ). Las temperaturas de conservación de los productos congelados esta comprendidas entre  $-10$  y  $-30^{\circ}\text{C}$  y la duración de conservación está sujeta a la naturaleza del producto y a su temperatura de almacenamiento. (Patrick Jacquard, Pierre Rapin, José Alarcón Creus, 2000). Sin embargo después de un corto tiempo de haberse rotó la cadena de frío numerosas bacterias, levaduras y mohos pueden comenzar a multiplicarse en la superficie y aun en el interior del alimento, provocando su descomposición. (R. Plank, Rafael Usón, H Engerth. 1984.)

#### **6.5.3.2. Pasteurización o esterilización.**

Es un tratamiento térmico que persigue la destrucción parcial, o total de los microorganismos y enzimas que contiene un alimento, mediante altas temperaturas. ( $80$  - $115$   $^{\circ}\text{C}$ ). Aunque las formas vegetativas se destruyen con los tratamientos térmicos, las proteasas y lipasas liberadas por estos microorganismos permanecen activas originando problemas de gelificación y aparición de sabores amargos, rancios y jabonosos en las leches esterilizadas y en los productos lácteos derivados (Fairbairn y Law, 1986) y cambios de color, aparición de limo superficial y olores anómalos en la carne fresca.

#### **6.5.3.3. Irradiación**

El tratamiento de los alimentos perecederos con radiaciones ionizantes, sobre todo radiaciones  $\gamma$ , presenta algunas ventajas sobre los procesos que utilizan calor, como son la no presentación de alteraciones estructurales y bioquímicas debidas a las altas temperaturas o su aplicación directa a los alimentos envasados en materiales no resistentes al calor, sin embargo, pueden presentarse problemas derivados de la diferente susceptibilidad de los microorganismos a las radiaciones, al alta resistencia de algunos virus y enzimas, así como de permanencia de esporas de especies productoras de intoxicación alimentaria. (Hernández Rodríguez Manuel, Ana Sastre Gallego. 1999).

#### **6.5.3.4. Control del agua libre del medio**

Mediante métodos de concentración y desecación, se reduce el agua útil para el crecimiento microbiano.

#### **6.5.4. Tratamientos químicos**

##### **6.5.4.1. Conservadores**

En algunos casos, la eliminación de microorganismos no puede hacerse por métodos físicos, lo que motiva al empleo de sustancias conservantes que actúan, química o bioquímicamente, sobre la célula del microorganismo, destruyendo su membrana, bloqueando su actividad enzimática o afectando su estructura genética. (N. Cubero, A. Monferrer, y J. Villalta, 2002). De tal forma que se incorporan al alimento para aumentar su estabilidad y seguridad microbiológicas. Pueden usarse aisladamente o en mezcla y son capaces de retardar o inhibir los procesos de fermentación, putrefacción, crecimiento de hongos y otras alteraciones biológicas de alimentos y bebidas. Deberán asegurar la inocuidad del alimento así como mantener las características sensoriales del mismo. (Manuel Hernández Rodríguez, Ana sastre Gallego, 1999).

Las condiciones de uso de los conservantes están reglamentadas estrictamente en todos los países del mundo. Usualmente existen límites a la cantidad que se puede añadir de un conservante y a la de conservantes totales. Los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación. Por lo tanto solo son útiles con materias primas de buena calidad (N. Cubero, A. Monferrer, y J. Villalta, 2002).

Por otra parte los conservantes permiten disponer de una mayor variedad de alimentos fuera de estación o importarlos de sus país de origen; contribuyendo a mantener provista la despensa y reduciendo la frecuencia de compra. (Angel Luis Cervera Fantoni, 2003.)

Para conservar los alimentos de manera que tengan mayor duración desde su producción y comercialización hasta su consumo, se les puede pasteurizar, congelar, refrigerar, secar, salar, escarchar o acidular. Existen también conservantes químicos que son introducidos en la comida envasada. La elección del método de conservación se decide de acuerdo con las variables que presente el alimento: la conservabilidad, el modo de producción, transporte, almacenamiento, entre otros, son los factores que determinarán el que se añada un elemento químico a un alimento.

Sin embargo, la posible toxicidad de un conservante no es el criterio decisivo para añadirlo a un determinado alimento, sino algo de importancia secundaria o terciaria en el momento de la decisión comercial, siempre y cuando el elemento no esté prohibido o sea claramente cancerígeno.

Conservación química de la carne: este método de preservación ha perdido importancia en la actualidad, debido a que los conservadores químicos son considerados tóxicos protoplasmáticos inespecíficos y perjudiciales al consumidor ya que su efecto puede ser acumulativo inmediato (Carolina Amerling, 2001). Los fenómenos tóxicos que provocan los aditivos químicos en nuestros cuerpos ponen en riesgo el equilibrio del organismo.

### **6.5.5. Derivados cárnicos**

La investigación ha permitido desarrollar diversas metodologías que permiten darle, otra presentación a las carnes, con el fin de promover su consumo además de conservar los alimentos, manteniendo intactas sus características organolépticas y todo su valor nutricional. Algunas de ellas son la adición de hierbas aromáticas y especias, la deshidratación, la aplicación de frío, la esterilización y la incorporación de diversas sustancias antisépticas ( Gilma Inés Forero Barrera, 2004).

La industria de productos cárnicos tiene sus antecedentes en la Antigua Grecia, donde preparaban jamones y embutidos de forma muy parecida a la que conocemos hoy en día. Hay incluso indicios de la fabricación desde el 1500 a. C. Ya en esa época se realizaba el picado de la carne, la adición de diversos aditivos y especias, y el embutido en una piel, donde se dejaba secar y transformar. El producto resultado de este tipo de método de conservación, que incluye salado, secado, fermentación y cambios bioquímicos, constituye el sector de los productos cárnicos elaborados. (Sánchez Pineda de las Infantas María Teresa, 2003).

Los derivados cárnicos son productos alimenticios preparados parcial o totalmente con carnes, despojos, grasas y subproductos comestibles, procedentes de los animales de abastos u otras especies y, es su caso, ingredientes de origen vegetal o animal, así como condimentos, especias y aditivos, siempre que estén autorizados, y se ajusten a las normas específicas de calidad. (María del Rosario Pascual Anderson, Vicente Calderón y Pascual, 1999).

A lo largo de los últimos años, la producción y el consumo de los distintos productos cárnicos elaborados han ido en aumento, debido, en parte, a la incorporación de la mujer al mundo laboral. Se hace necesarios productos que, además de aportar un valor nutritivo adecuado, presenta un fácil y rápido empleo (Rodríguez Caerio, María José, 2004).

Desde el punto de vista tecnológico son tres los principales bloques en los que

se pueden clasificar los productos cárnicos.

**6.5.5.1. Productos cárnicos crudos curados.** Son los sometidos a un proceso de maduración o desecación, bien picados y embutidos (chorizo, salchichón, chorizo blanco, chorizo pamplona, salami, morcón, etc.) o enteros (jamón curado, paleta curada, panceta, beicon, cecina, lomo embichado, etc.)

**6.5.5.2. Productos cárnicos tratados por calor,** son los obtenidos por tratamiento térmico, bien picados y embutidos (salchichas tipo Frankfurt, mortadela, etc. <9 o enteros (jamón cocido, paleta cocida, magro de cerdo cocido, fiambres, etc.) este tratamiento es en general un tratamiento de pasteurización con temperaturas entre 60--80°C.

**6.5.5.3. Productos cárnicos frescos.** Son los preparados sin ser sometidos ni a tratamiento de desecación ni a tratamiento térmico. Pueden ser picados y embutidos (salchicha fresca, chorizo fresco, etc.), únicamente picados (carne picada, hamburguesa, tartas rellenas de carne, etc.) o enteros (lomo adobado). Este tipo de productos tienen un comportamiento similar al de la carne fresca en cuanto a la conservación. (Víctor Manuel Rodríguez Rivera, Edurne Simón Magro, 2001).

#### **6.5.5.4. Hamburguesa**

La hamburguesa pudo haber surgido en distintas partes del mundo como producto de una necesidad de optimizar recursos en distintos pueblos y en distintas etapas de la historia. Una de las historia cuenta que la hamburguesa fue originalmente un embutido grande, a base de carne de vacuno, elaborada en Hamburgo, y usualmente servido en lonchas que freían o asaban a la parrilla. Ahora se hace en todo el mundo, especialmente en Norte América, con forma de tortas planas. (M. D. Ranken, 2003)

Se entiende por Hamburguesa, el producto cárnico fresco, de forma plana, elaborado exclusivamente con carne vacuna picada, con un contenido graso promedio en el lote no mayor al veinte por ciento (20%), con o sin el agregado de antioxidantes, aromatizantes, saborizantes, especias, exaltadores de sabor, estabilizantes (únicamente fosfatos y polifosfatos), estabilizantes de color (excluyendo nitritos y nitratos) autorizados. No se admite el agregado de colorantes naturales y/o artificiales. En caso de utilizarse carnes distintas de la vacuna, deberá denominarse "Hamburguesa de..." seguidos de la denominación de la o de las especies que la componen (Lorena, Cesar Augusto, 1999).

La carne fresca que constituye la materia prima para la elaboración de hamburguesa, puede presentar cierta contaminación bacteriana, ya sea

endógena (antes de la muerte del animal) o exógena, la cual se produce después de la muerte del animal, en los subsiguientes episodios de desangramiento, evisceración, y en la preparación de la canal, debido a la utilización de utensilios contaminados, condiciones higiénicas de la sala de matanza y del personal que allí labora. Obtenida la canal, ésta continúa expuesta a la contaminación bacteriana en los procesos de almacenamiento, refrigeración, transporte, distribución, industrialización y manipulación doméstica (Narváez, c.; Parra, k.; Huerta, n.; Rodas, a, 2001).

Dentro de esta línea de investigación, se realizara la extracción del aceite esencial de la Candía (***Hibiscus esculentus***), por métodos tradicionales y eficaces que permitirán el análisis de sus componentes mayoritarios y la respectiva evaluación de propiedades funcionales (antioxidante), con miras a su utilización en la industria de alimento como conservante natural o aditivo.

## 6.6. CANDIA

La candia (***Hibiscus esculentus***), también llamada okra es una planta tropical similar al algodón, que necesita amplio espacio para la siembra y cuya vaina es cosechada cuando la fruta aún está blanda y no ha madurado. Posee pequeñas flores de color amarillo, con centro púrpura, visible durante solo un día. La cosecha se realiza frecuentemente, por lo menos cada dos días, para evitar que las vainas se pongan duras y fibrosas rápidamente. Su crecimiento se desarrolla de mejor forma en un clima con temperatura entre 18 y 35 grados Celsius, típico en la región sureste de EEUU, así como México, Centroamérica y ciertas regiones de África.

El proceso de siembra involucra remojar las semillas toda la noche para acelerar la germinación. Dado que no suele germinar en climas fríos, se debe sembrar después de la época lluviosa. La okra es una planta alta cuyo proceso desde la germinación hasta la cosecha tarda dos meses. La okra es disponible en todo el año, con mayor oferta entre junio y agosto. Esta planta se caracteriza por tolerar suelos de poca fertilidad y una humedad intermitente, y soporta largos periodos de sequía en todas las etapas excepto en el proceso inicial de crecimiento. En el proceso de recolección, es recomendado que el agricultor cubra su cuerpo porque la cáscara tiene vellosidades que causa alergia a la piel descubierta. Las características físicas de una okra de calidad se definen por el color, la textura y el tamaño. La okra se distingue por poseer consistencia firme sin estar magullado, secos y ser vellosos al tacto. El color principal del fruto es un tono entre verde y verde oscuro, con pocas variedades que son de color blanco. La forma de la okra es corta y achatada o larga y delgada, con un tamaño promedio de 19 a 25 centímetros. Es un vegetal altamente perecedero, debe ser consumido entre 7 a 10 días después del corte, para preservar la calidad. La okra es un vegetal fresco poco atacado por



plagas e insectos, a excepción de ciertas pestes como el áfido del algodón, gusano del maíz, nemátodos, hongos del género y gusano rosado, entre otras plagas que afectan el cultivo. Algunas maneras de prevenir estas afectaciones son la rotación y/o destrucción del residual de la cosecha. La palabra okra. Proviene del idioma twi de la Costa Dorada de África, nkruman. Y gradualmente fue modificado a okra. La okra fue llevada a Estados Unidos a través de la ruta del comercio de esclavos provenientes de África, esparciéndose en todo el sur del País. Las vainas inmaduras se utilizan para sopas, enlatados y guisados. Es mundialmente conocida por ser el ingrediente principal del platillo Gumbo criollo de Louisiana, al sur de Estados Unidos, teniendo un sabor similar a la berenjena. La okra está constituida en un 50 por ciento de fibra soluble y es una fuente poderosa de nutrientes. (Tomado de Revista de Comercio Exterior, 2002).

**Tabla 1. Ficha técnica de candia (*Hibiscus esculentus*)**

Nombre vulgar	Okra
Familia	Alcea
Nombre	Hibiscus
Género	Hibiscus esculentus
Origen	Costa de África
Altura	90 a 180 centímetros
Brote principal	Recto
Climatología	Temperatura caliente, seco y soleado
Suelo	Tierra fértil, bien drenada y labrado
Insectos	Stink bug y áfido

Existen alrededor de 10 variedades pero las más recomendadas para cosechar en Nicaragua son Annie, Oakley, Vaina Enana larga verde y Clemson Spineless. Dependiendo de la región, la okra puede ser llamada, Bhindi (India y Pakistan), Bamia (Medio Oriente) y Dedos de mujer (resto del mundo). (Tomado de Revista de Comercio Exterior, 2002).

## **6.7. NUTRICION**

Los frutos se cosechan mucho antes de que se maduren, o sea cuando tienen entre 4 y 8cm de largo, unos diez días después de la fecundación, cuando las semillas están todavía blancas y no sobrepasan los 3mm de diámetro. Se consumen crudos, cortados en tajadas, en las ensaladas, condimentadas con vinagre o limón. También, se pueden comer cocidos y existen muchas maneras de arreglarlas en las cocinas africanas, antillanas, orientales e indias. En algunos países africanos, las hojas son también consumidas cocidas.

Además de ser una hortaliza muy sabrosa, la okra posee grandes propiedades nutritivas, ya que es rica en fibra, vitamina B6, ácido fólico, vitamina C y A.

Una servida de aproximadamente de 10 a 11 vainas que pesen cerca de 100 gramos, proporcionan sólo 36 calorías y una gran fuente de vitamina C y A, 2.0 gramos de proteína, 7.6 gramos de carbohidratos, casi 0 grasa (0.1 gramo) y 3.2 gramos de fibra. También es una buena fuente de magnesio y sodio. (Tomado de Revista de Comercio Exterior, 2002).

## **6.8. USOS DE LA CANDIA**

**6.8.1. Culinario:** La forma principal de consumo de esta hortaliza es cocida, aunque en menor escala se consume cruda en ensaladas o deshidratada. La okra contiene un jugo mucilaginoso que le da el poder pegajoso en el famoso plato gumbo Criollo de Louisiana. La principal forma de consumo de esta hortaliza es cocida, aunque en menor escala se consume cruda en ensaladas o deshidratada. Cocida y aliñada con limón es ingrediente de numerosos guisos. Se puede servir combinada con huevos, patatas u otras verduras.

Asada, no desprende el líquido mucilaginoso que suelta al hervirla en agua y también resulta un plato sencillo de preparar. La okra tiene un sabor especial, parecido a la berenjena. Las vainas inmaduras se utilizan para sopas, enlatados y guisados o como un vegetal que se come frito o hervido. (Tomado de Revista de comercio exterior, 2002).

### **6.8.2. Usos medicinales:**

La okra contiene dos tipos de fibra. La soluble y la insoluble la cuales son beneficiosas para la salud.

La fibra soluble disminuye el colesterol malo o LDL y ayuda a estabilizar el azúcar en la sangre debido al efecto de la fibra en el intestino ayudando así a las personas que sufren de diabetes. Además de ejercer una función balsámica y protectora de la mucosa digestiva. Cuando se toma con fines terapéuticos, conviene tomarla junto con el jugo que desprende durante su cocción. Se recomienda especialmente en caso de afecciones gástricas en general y afecciones de la garganta. Para esto último, se toma el líquido mucilaginoso caliente, con el que también pueden hacerse gárgaras.

También es considerado como estimulante estomacal, antiespasmódico y tónico nervioso, pero ahora es empleado principalmente por la industria dermocosmética, tiene propiedades emolientes, antioxidantes y reafirmante. El extracto del Hibiscus conocido como botox vegetal, es un poderoso agente

reafirmante con un comprobado efecto relajante que suaviza las arrugas dando un aspecto joven y saludable a la piel. (Tomado de Revista de comercio exterior, 2002).

Por otra parte, la fibra insoluble ayuda a prevenir el estreñimiento trabajando de una forma muy similar a las semillas de linaza y al psyllium.

La okra, al contener magnesio (media taza cocida tiene más o menos 46 miligramos), ayuda a evitar las enfermedades cardíacas y, además, combate el síndrome de fatiga crónica y reduce la presión arterial.

La okra ayuda incluso, según estudios, a prevenir algunos tipos de cánceres como el del colon al ser rico en fibras, vitamina C y al poseer glutatión; sustancia antioxidante que aleja los carcinógenos de las células al eliminarlos mediante la orina. (Tomado de Revista de comercio exterior, 2002).

## 7. JUSTIFICACION

Existen muchos aceites esenciales que sus componentes principales (terpenos) les permiten ser utilizados en la industria alimentaria como saborizantes para todo tipo de bebidas y alimentos. Los aceites esenciales ricos en terpenos y compuestos fenólicos poseen alta actividad antimicrobiana, así como poder antioxidante. Algunas hierbas o especias con estas propiedades incluyen a la pimienta, la albahaca, el laurel, el clavo, la canela, la cúrcuma, el eucalipto, el extracto de semilla de toronja, el orégano, la paprika, el rábano, el romero, la salvia, el tomillo, la valeriana, el estragón, entre otras más (Draughon, 2004).

Se puede afirmar que los aceites esenciales producen efectos beneficiosos sobre diversos órganos, especialmente en los sentidos, así como sobre el sistema nervioso. Tienen propiedades calmantes, relajantes, antisépticas, antifúngicas, antidepresivas, antiespasmódicas o astringentes entre muchas otras. No obstante, su uso está relacionado con las industrias de alimento, farmacéutica, cosmética y aplicaciones de tipo terapéutico. Poco a poco el uso de estas sustancias se abre camino y empieza a formar parte de procesos importantes como su función antioxidante en alimentos, especialmente en los cárnicos, lácteos y panificación, etc. La vitamina E es un poderoso antioxidante y los aceites vegetales constituyen una de las fuentes principales de esta sustancia. Cada cido graso tiene además propiedades específicas (Stenson ,2002).También se sugiere hoy en día que los niveles naturales de fitoesteroles presentes en muchos aceites vegetales pueden contribuir asimismo a reducir considerablemente los niveles de colesterol en el organismo (Riechart ,2002).

La realización de este proyecto está orientado a la evaluación de aceite esencial de la Candía (***Hibiscus esculentus***) y a la identificación de los componentes principales del aceite esencial con los métodos más adecuado, también se pretende comprobar si los componentes del aceite a obtener le permitan ser utilizados en la industria alimentaria como alimentos funcionales (con propiedades antioxidante y conservante) (Rodríguez *et al*, 2001).

Esta investigación tiene el propósito de estudiar nuevas alternativas para el aprovechamiento integral de algunos recursos de la flora (aceites esenciales) y su posible aplicación en la industria alimentaria.

## 8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 8.1. Objetivo General

Evaluar la actividad antioxidante del aceite esencial extraído de la Candía (**Hibiscus esculentus**) aplicada a la conservación de hamburguesa de res.

### 8.2. Objetivos Específicos

- ✚ Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial obtenido de la candia (**Hibiscus esculentus**).
- ✚ Determinar el poder antioxidante del aceite esencial obtenido de la candia (**Hibiscus esculentus**).
- ✚ Evaluar la actividad antioxidante del aceite esencial extraído de la candia (**Hibiscus esculentus**) en hamburguesa de res.
- ✚ Evaluar las características sensoriales del producto con aceite esencial de la candia (**Hibiscus esculentus**) un panel no entrenado y compararlo con otros productos existentes en el mercado.
- ✚ Evaluar la vida útil del producto, después de haber aplicado el aceite esencial de la candia (**Hibiscus esculentus**) en hamburguesa de res.

## 9. MATERIALES Y METODOS

### 9.1.1. Material vegetal

Las plantas de candia (*Hibiscus esculentus*). Fueron recolectadas en el área rural del municipio palo alto, Sucre (Colombia). Solo se usaron hojas, tallos y frutos frescos en las extracciones. La identificación taxonómica de las plantas se llevó a cabo en la secretaria de agricultura de Sincelejo.

La variedad encontrada en esta región del país es la clemson spineless cultivada en un tipo de suelo arcilloso a una altitud de treinta (30) metros sobre el nivel del mar (MSNM). A una temperatura de 30° C.

### 9.1.2. Preparación de los extractos

Los frutos de candia (*Hibiscus esculentus*) se limpiaron retirando impurezas y lavándolos con abundante agua para así llevar a un proceso de picado. Las hojas y tallos de candia (*Hibiscus esculentus*) fueron lavados con suficiente agua para eliminar suciedades y contaminantes. Posteriormente, se secaron a temperatura ambiente, se picaron y se conservaron en refrigeración respectivamente hasta su proceso de extracción.

La extracción del A.E de candia (*Hibiscus esculentus*) se llevó a cabo empleando un equipo de destilación por arrastre de vapor según el procedimiento descrito por (J. Chem.1980). El fruto, Las hojas y tallos de candia (*Hibiscus esculentus*) se cortaron finamente, obteniendo 3000 g del material vegetal para cada una de las partes de la planta ya mencionadas. En un balón de 5 L se colocó la muestra y en otro balón se agregaron 3 L de agua ambos sometidos a ebullición; la duración de la hidrodestilación fue de 3 h, luego el aceite esencial se separó del agua por decantación, se utilizó éter para la separación de las fases, se recoge la fracción etérea y se dejó secar a temperatura ambiente. Una alícuota del aceite (1µL) se disolvió en 1 mL de diclorometano para después inyectar 1 (µL) para el análisis cromatográfico.

### 9.1.3. Proceso cromatográfico.

Los aceites esenciales se analizaron en un cromatógrafo de gases Agilent 4890D. Para la separación de las mezclas se utilizó una columna capilar HP 5MS de 30m x 0,25 mm d.i. x 0,25 µm df, con fase estacionaria de 5 % fenil-poli (metilsiloxano). La temperatura inicial del horno fue de 75 °C por 8 min y luego siguió a una rata de 4 °C/min hasta 200 °C y 10 min a esa temperatura, el tiempo de la corrida fue de 47 min. El gas de arrastre utilizado fue el helio, con

una presión de entrada en la cabeza de la columna de 12,667 psi a una velocidad de 1,172 mL/min. Para la identificación de los compuestos se usaron algunos terpenos estándar, analizados bajo las mismas condiciones instrumentales que las muestras.

#### 9.1.4. Determinación de la actividad antioxidante in vitro.

Para determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial de candia (*Hibiscus esculentus*) a través del ensayo de decoloración del radical estable DPPH• (1,1-difenil-2-picril-hidracilo) descrito por (Scherer R, Teixeira H, 2008) fue evaluado el rango de concentraciones de DPPH a utilizar, se realizaron ensayos preliminares utilizando como sustancia patrón el ácido ascórbico.

Se tomaron alícuotas (0,71; 0,57; 0,43; 0,28 y 0,14 mL) de una solución metanólica de DPPH. 1,37 mM a las cuales se adicionó metanol, para obtener concentraciones de 0,25; 0,20; 0,15, 0,10 y 0,05 mM, respectivamente. La reacción se realizó empleando 3,9 mL de estas soluciones de DPPH y adicionando 0,1 mL de aceite esencial, los cuales se sometieron a un período de incubación en la oscuridad durante 90 min, luego se leyó la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro **UV-VIS**. La actividad antioxidante se expresó como porcentaje de inhibición, la cual corresponde a la cantidad de radical DPPH• neutralizado por el aceite esencial, de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$\% \text{IDPPH} = \left[ \frac{\text{Abs}_0 - \text{Abs}_1}{\text{Abs}_0} \right] \times 100$$

Dónde: Abs<sub>0</sub> es la absorbancia del blanco (solución metanólica de DPPH•) y Abs<sub>1</sub> es la absorbancia de la muestra. La medida de la actividad antioxidante se realizó por triplicado.

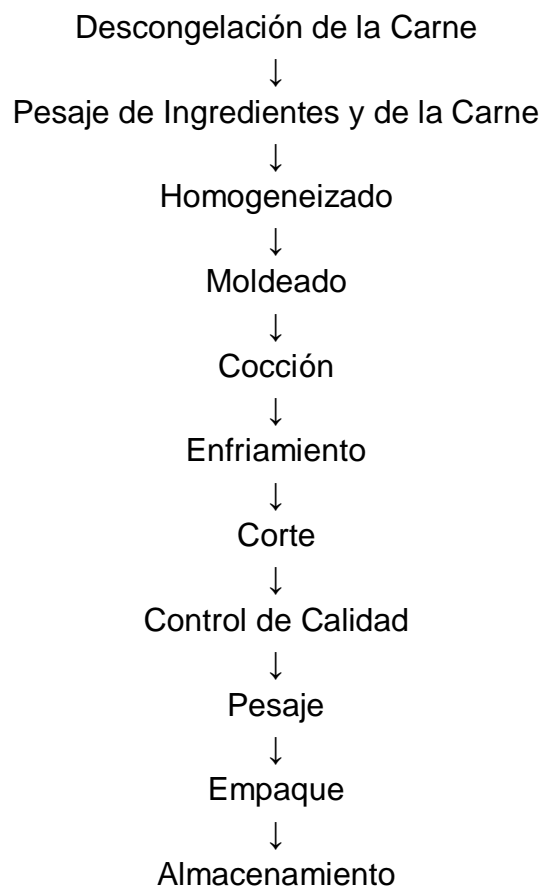
## 9.2. FORMULACION DE HAMBURGUESA DE RES Y DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ACEITE ESENCIAL A ADICIONAR SEGÚN CRITERIOS BROMATOLÓGICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES.

### 9.2.1. ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

#### Elaboración de Hamburguesa

Se elabora con cualquier tipo de carne que sea útil para la obtención de una pasta, siguiendo este procedimiento.

#### (Figura 2). Elaboración de Hamburguesa de Carne de Res



#### PROCEDIMIENTO:

- Descongelación: se lleva a cabo con agua del grifo a temperatura ambiente.
- Dosificación: se pesan los ingredientes de acuerdo a la siguiente formulación:



**Tabla 2.** Formulación de Hamburguesa de Carne de res

INGREDIENTES	FORMULACIÓN(gr)
CARNE DE RES	1153
GRASA DE CERDO	161,7
COND DE HAMBURGUESA AL CARBÓN	30,03
GLUTAMATO	2,31
AZÚCAR	6,93
SAL	53,3
LIGADOR XT200: CARVER	161,7
ALMIDÓN YUCA	127,07
CEBOLLA ROJA	103,95
PIMENTÓN	62,37
HIELO	415,8
AJO EN POLVO	23,1
ACEITE ESENCIAL DE CANDIA	Mg AEC /kg

\*Valores expresados en g/2.5 kg de mezcla

Fuente: Rodríguez,E., & Julio, M., 2011.

- Homogeneizado: se realiza en forma manual durante 15 a 20 minutos, adicionándole licuado los ingredientes. En una taza plástica se homogeniza la pasta, luego se adiciona la mezcla licuada y se agrega poco a poco el resto de los ingredientes.
- Moldeado: se puede efectuar manualmente o utilizar fundas plásticas para embutir. También puede hacerse extendiendo la mezcla sobre una mesa limpia y aceitada, de manera que quede pareja y luego con un pocillo se corta y se da la forma.
- Cocción: se realiza con vapor húmedo hasta alcanzar los 70°C, en el Punto Medio más Frío (P.M.F.) del producto moldeado.
- Enfriamiento: el producto se enfría a temperatura ambiente, protegido de las moscas, se recomienda mantener dentro de un secador.
- Corte: puede realizarse en forma manual o con unja cortadora de jamón, de acuerdo al peso que se desea obtener.

- Control de Calidad: se realiza aplicando análisis microbiológicos, bromatológicos y organolépticos.
- Empaque: se utilizan bolsas plásticas de Polietileno (PE) de alta densidad, para hacerle vacío.
- Almacenamiento y Congelación: debe realizarse en cuartos de congelación a -18°C.

De acuerdo a esta formulación se adicionó aceite esencial de candia (*Hibiscus esculentus*), en una proporción de 1000 ppm, 500 ppm y 250 ppm.

### **9.2.2. Formulación y fabricación de las carnes para hamburguesas**

La concentración de aplicación en hamburguesa de res se realiza con el compuesto que presenta mayor actividad antioxidante, se realiza una adición (1000ppm, 500 ppm, 250 ppm) preliminar para determinar un límite sensorial. Se realizan replicas para llevar a cabo un análisis microbiológico y bromatológicos durante 21 días, evaluándose desde el momento de su elaboración y posteriormente a los 7, 14 y 21 días de almacenamiento a 4 °C.

El siguiente procedimiento aplica para las cuatro muestras de carne de hamburguesa, las proporciones de materia prima e ingredientes que serán utilizados en las diferentes formulaciones están expresados en la Tabla 2.

La carne y la grasa fueron sometidas a un proceso de molienda. Posteriormente se añadieron los condimentos en forma de salmuera mantenida a 4°C, siendo mezclados continuamente durante 8 min. Transcurrido este lapso la mezcla se volvió a moler, de la mezcla final se obtuvo (2500 gr), esta se dividió en 4 muestras de 525 gr aproximadamente, en una balanza digital.

La manufactura para las carnes de hamburguesas se llevó a cabo a escala de laboratorio en las instalaciones de la universidad de Cartagena.

En la figura 2, se puede verificar el diagrama de flujo empleado en la elaboración de la hamburguesa.

### **9.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS**

Las pruebas bromatológicas que se realizarán en esta investigación son: Humedad (AOAC 930.10.), cenizas (AOAC 942.05), proteínas (AOAC 984.18), grasas (soxhlet), TBA y PH (potenciómetro)

### **9.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Las pruebas microbiológicas serán Mesofilos totales, Coliformes totales, Coliformes fecales y Staphylococcus aureus.

### **9.5. ANÁLISIS SENSORIAL**

Para evaluar las características sensoriales del producto final será sometida a análisis sensorial, que permitirán evaluar los atributos del producto final, como lo es el sabor, olor y color. Para esto se tomara una población de 20 panelistas voluntarios no entrenados que manifestaran el “nivel de agrado” del sabor, olor y color, del producto, utilizando una escala hedónica de 6 puntos. El panel de catadores estará conformado por estudiantes de la Universidad de Cartagena.

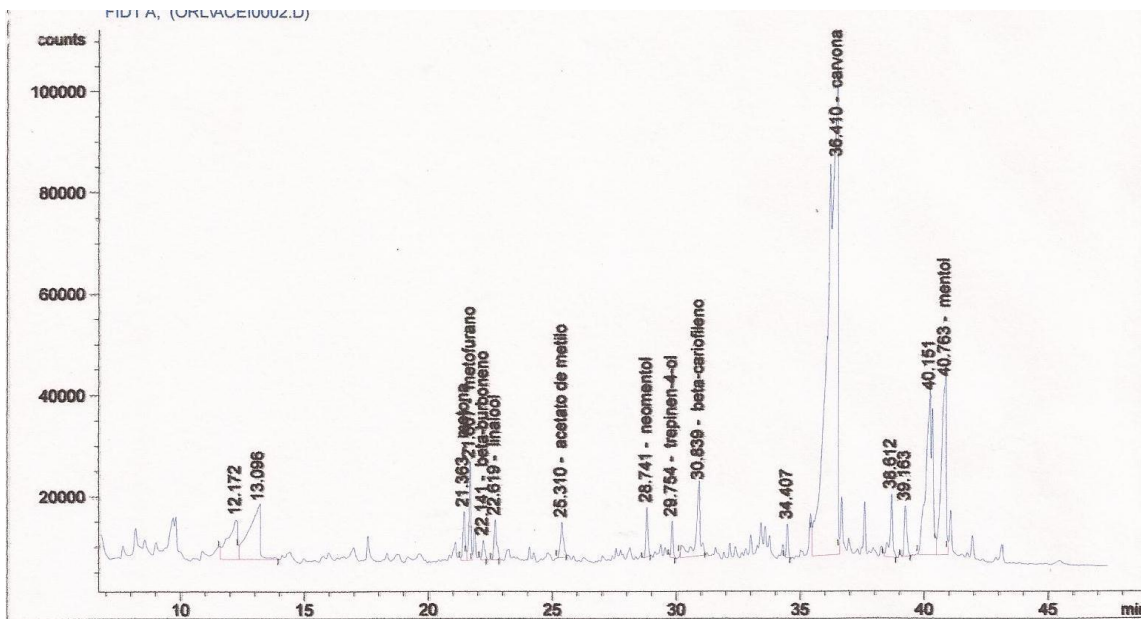
### **9.6. DETERMINACION DE LA VIDA UTIL**

El período de vida del producto comercializado, es el tiempo que transcurre entre su elaboración y consumo, depende, además de otros factores de elaboración (pH, condiciones de cocción, composición, etc.), de la contaminación microbiana en el momento del envasado, del tipo de envasado (vacío, atmósfera protectora y de la temperatura de conservación. El crecimiento de microorganismos no depende únicamente del número de unidades presentes en el envase en el momento del envasado, sino también de la presencia y cantidad de otros microorganismos susceptibles de competir con él. Si las condiciones de envasado, de temperatura y de tiempo son iguales, un microorganismo se puede multiplicar, inactivar o desaparecer según se encuentre o no en competición con otro (Durand 2002).

## 10. RESULTADOS

El rendimiento de aceite esencial obtenido de las hojas frescas de candia (*Hibiscus esculentus*) fue del 0,49082 %, para el tallo el rendimiento fue del 0,26817% y para el fruto fue del 0,179406%.

En la figura 3 se muestra el perfil cromatográfico típico de los metabolitos secundarios volátiles presentes en el aceite esencial candia (*Hibiscus esculentus*) extraído de la hoja.



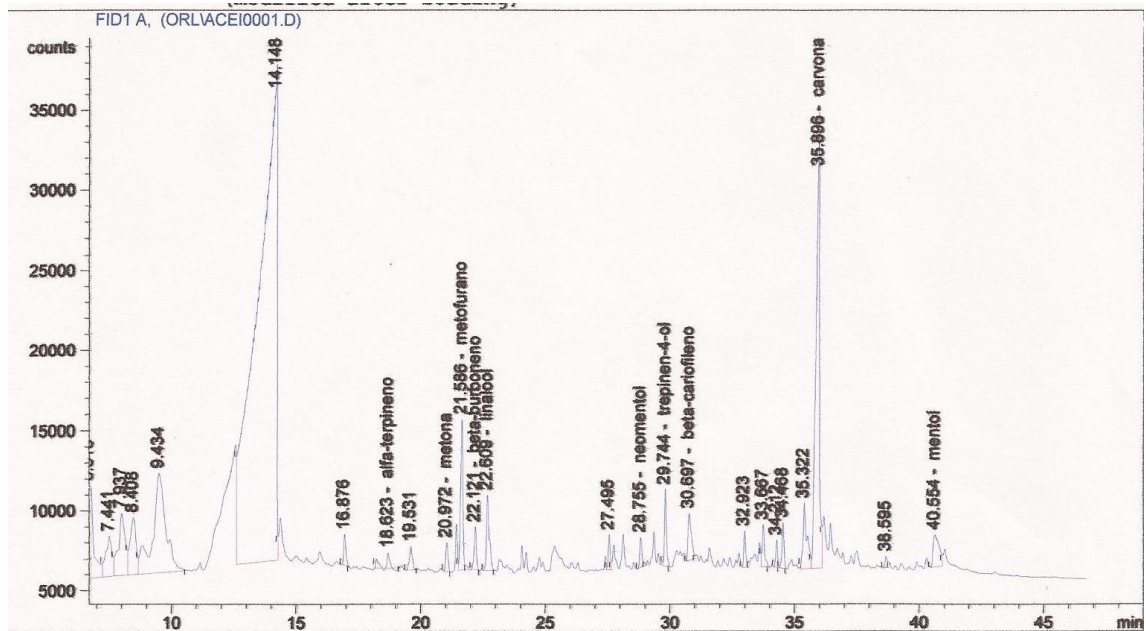
**(Figura 3).** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de hojas de candia. (Julio G, Rodríguez E, 2011).

En la tabla 3 se muestran los compuestos mayoritarios encontrados en el AE de candia (*Hibiscus esculentus*) extraídos de las hojas, estos fueron:

**Tabla 3.** Composición química del aceite esencial de hojas de candia *hibiscus esculentus* Obtenido por arrastre de vapor

Nº DE PICO	COMPUESTO	AREA RELATIVA (%)
3	Alfa-pineno	0
4	Beta-pineno	0
5	Mirceno	0
6	Alfa-terpineno	0
7	Metona	1,24754
9	Beta-burbuneo	0,54292
10	Linalool	1,15806
12	Neomentol	1,10450
13	Trepinen-4-ol	0,72505
14	Beta-cariofileno	3,78859
16	Carvona	51,86372
20	Mentol	9,36720
21	Alfa—terpineol	0

En la figura 4 se muestra el perfil cromatográfico típico de los metabolitos secundarios volátiles presentes en el aceite esencial candia (*Hibiscus esculentus*) extraído del tallo.



**(Figura 4).** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de tallos de candia. (Julio G, Rodríguez E, 2011).

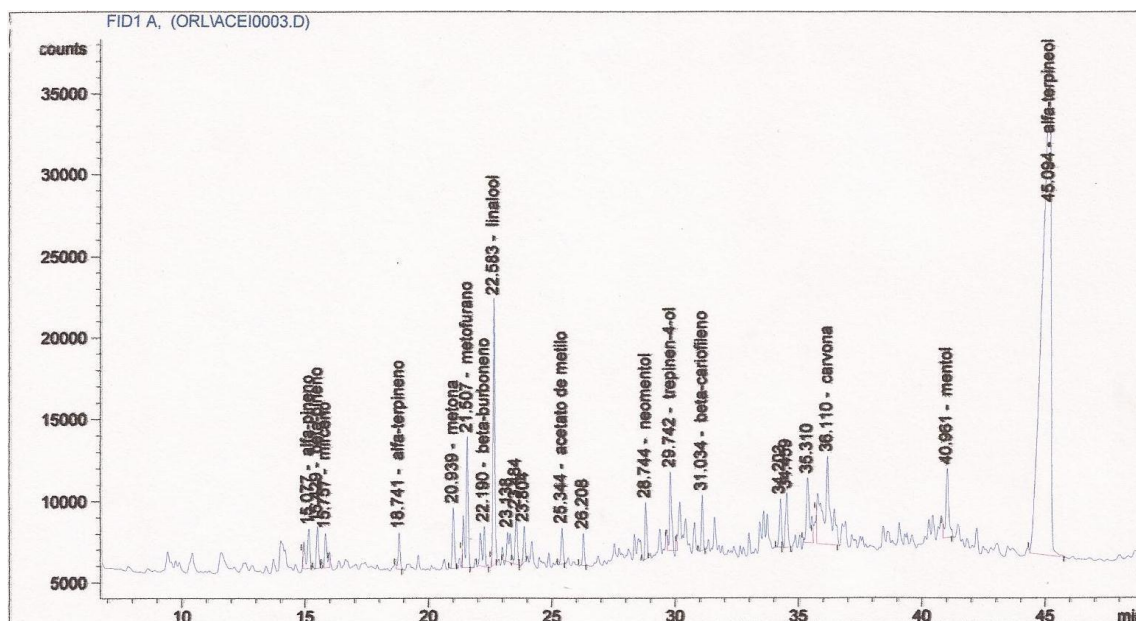
En la tabla 4 se muestran los compuestos mayoritarios encontrados en el AE de candia (*hibiscus esculentus*) extraídos de los tallos, estos fueron:

**Tabla 4.** Composición química del aceite esencial de tallos de candia *hibiscus esculentus* Obtenido por arrastre de vapor

N°DE PICO	COMPUESTO	AREA RELATIVA (%)
14	N.I	0,03476
22	Alfa-pineno	0
23	Beta-pineno	0
24	Mirceno	0
26	Alfa-terpineno	0,00213
28	Metona	0,00274
29	Metofurano	0,01452
30	Beta-burbuneo	0,00379
31	Linalool	0,00857
34	Neomentol	0,00268
35	Trepinen-4-ol	0,00601
36	Beta-cariofinelo	0,00673
42	Carvona	0,06482
44	Mentol	0,00817
45	Alfa—terpineol	0

N.I: no identificado

En la figura 5 se muestra el perfil cromatográfico típico de los metabolitos secundarios volátiles presentes en el aceite esencial candia (*Hibiscus esculentus*) extraído del fruto.



**(Figura 5).** Muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de fruto de candia. (Julio G, Rodríguez E, 2011).

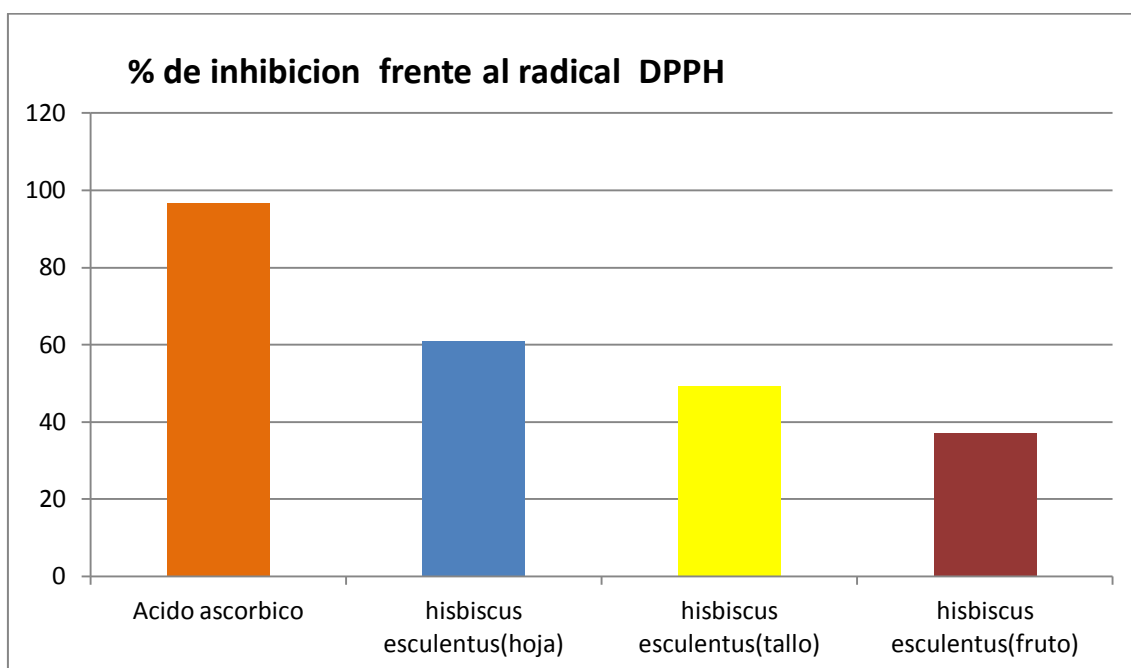
En la tabla 5 se muestran los compuestos mayoritarios encontrados en el AE de candia (*hibiscus esculentus*).

**Tabla 5.** Composición química del aceite esencial de frutos de candia *hibiscus esculentus* Obtenido por arrastre de vapor

N°DE PICO	COMPUESTO	AREA RELATIVA (%)
1	Alfa-pineno	1,74381
2	Beta-pineno	1,17782
3	Mirceno	1,10169
4	Alfa-terpineno	0,90990
5	Metona	1,50880
6	Meto furano	4,01441
12	Beta-burboneno	1,70340
14	Neomentol	1,38114
15	Trepinen-4-ol	2,30674
16	Beta-cariofinelo	1,15935
20	Carvona	8,11495
21	Mentol	2,68667
22	Alfa—terpineol	55,10248

## ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

En la figura 6 se muestra la actividad antioxidante del ácido ascórbico (sustancia antioxidante utilizada como referencia) vs. La actividad antioxidante del aceite esencial de candia (*hibiscus esculentus*), extraído de las hojas, tallos y frutos, cuyo porcentaje de inhibición frente al radical DPPH resultó de 96,4 para el ácido ascórbico, 60,68% para el aceite extraído de las hojas, 49,07% para el aceite extraído del tallo y 36,94% para el aceite extraído de los frutos respectivamente.



**Fig.6.** Actividad antioxidante de los aceites esenciales extraídos de la candia (*hibiscus esculentus*), mediante el método de decoloración del radical DPPH.



## ANÁLISIS FÍSICO-QUIMICO

**Tabla N° 6.** Resultado de pruebas bromatológicas para hamburguesa de res con adición de aceite esencial extraído de hojas a 1000ppm, 500ppm, 250ppm y muestra sin adición de aceite esencial.

PARÁMETROS	RESULTADOS				
	Muestra	hamburguesa con aceite			patrón
	Semana 0	1000ppm	500ppm	250ppm	
Proteínas,%		14,74	14,80	14,82	15,07
Grasas,%		2,76	2,82	2,90	2,98
Cenizas,%		2,27	2,25	2,29	2,11
TBA,mg de Malonaldehido/kg		N.D	N.D	N.D	N.D
PH		5,10	5,10	5,10	5,00
Humedad,%		69,00	69,00	69,00	67,58

Muestra	hamburguesa con aceite				patrón
	Semana 1	1000ppm	500ppm	250ppm	
	Proteínas,%		14,73	14,76	14,79
Grasas,%		2,60	2,79	2,82	3,00
Cenizas,%		2,25	2,23	2,29	2,13
TBA,mg de Malonaldehido/kg		0,05	0,08	0,12	0,20
PH		5,10	5,10	5,10	5,00
Humedad,%		69,00	69,00	69,00	68,00

Muestra	hamburguesa con aceite			patrón
	Semana 2			
	1000ppm	500ppm	250ppm	
Proteínas,%	14,73	14,76	14,73	16,00
Grasas,%	2,53	2,78	2,81	3,15
Cenizas,%	2,25	2,23	2,26	2,13
TBA,mg de Malonaldehido/kg	0,07	0,10	0,15	0,26
PH	5,12	5,12	5,12	5,10
Humedad,%	70,00	70,00	70,00	68,70

PARÁMETROS		RESULTADOS		
Muestra	hamburguesa con aceite			patrón
	Semana 3			
	1000ppm	500ppm	250ppm	
Proteínas,%	14,73	14,76	14,73	16,00
Grasas,%	2,40	2,76	2,80	3,18
Cenizas,%	2,20	2,22	2,24	2,15
TBA,mg de Malonaldehido/kg	0,08	0,13	0,18	0,28
PH	5,14	5,14	5,14	5,10
Humedad,%	71,04	71,04	71,04	70,00

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La elaboración del producto cárnico tiene un seguimiento durante cuatro semanas haciendo un análisis microbiológico completo cada semana en la Universidad de Cartagena. Las muestras almacenadas se rotularon con el nombre del aceite adicionado, obteniéndose los datos reportados en las siguientes Tablas:

### Semana 0

Análisis	parámetro de referencia	resultados			
		1000 ppm	500 ppm	250 ppm	patrón
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<b>200.000-300.000</b>	3,04UFC/gr	-3,04UFC/gr	-3,05UFC/gr	-3,05UFC/gr
Coliformes Totales	<b>120-1100</b>	5UFC/gr	8UFC/gr	10UFC/gr	10UFC/gr
Coliformes Fecales	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus Aureus	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10

### Semana 1

Análisis	parámetro de referencia	resultados			
		1000 ppm	500 ppm	250 ppm	patrón
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<b>200.000-300.000</b>	5,07UFC/gr	-6,11UFC/gr	-7,07UFC/gr	-8,04UFC/gr
Coliformes Totales	<b>120-1100</b>	26UFC/gr	35UFC/gr	50UFC/gr	78UFC/gr
Coliformes Fecales	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus Aureus	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10

## Semana 2

Análisis	parámetro de referencia	resultados			
		1000 ppm	500 ppm	250 ppm	patrón
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<b>200.000-300.000</b>	7,39UFC/gr-	8,64UFC/gr-	9,45UFC/gr	-11,42UFC/gr
Coliformes Totales	<b>120-1100</b>	96UFC/gr	145UFC/gr	210UFC/gr	268UFC/gr
Coliformes Fecales	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus Aureus	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10

## Semana 3

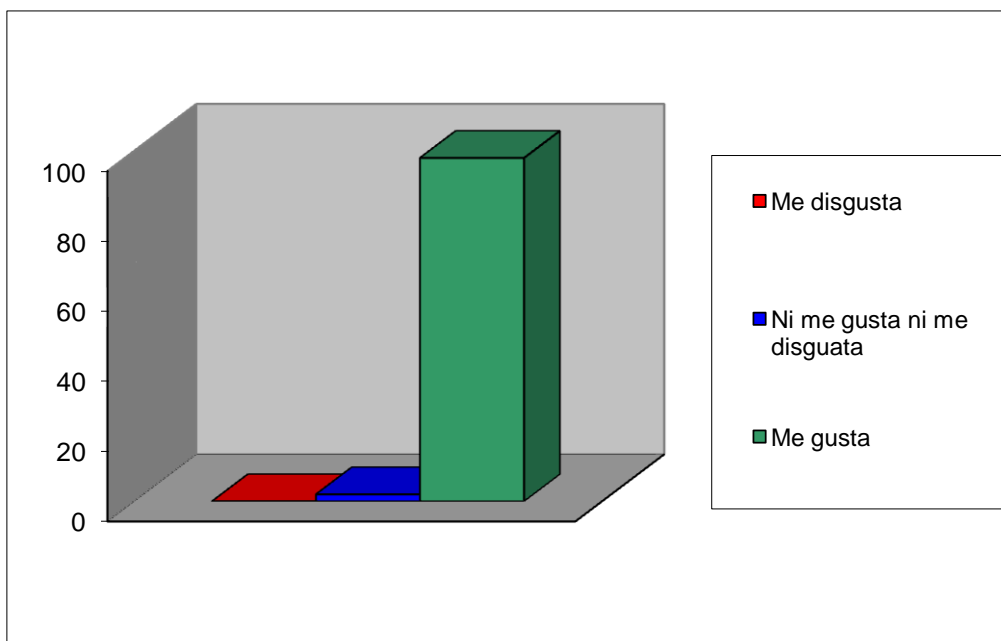
Análisis	parámetro de referencia	resultados			
		1000 ppm	500 ppm	250 ppm	patrón
<b>Aerobios Mesofilos</b>	<b>200.000-300.000</b>	7,39UFC/gr-	8,83UFC/gr-	10,12UFC/gr-	15,34UFC/gr
Coliformes Totales	<b>120-1100</b>	137UFC/gr	267UFC/gr	320UFC/gr	560UFC/gr
Coliformes Fecales	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus Aureus	<b>&lt; 10</b>	<10	<10	<10	>10

## ANÁLISIS SENSORIAL

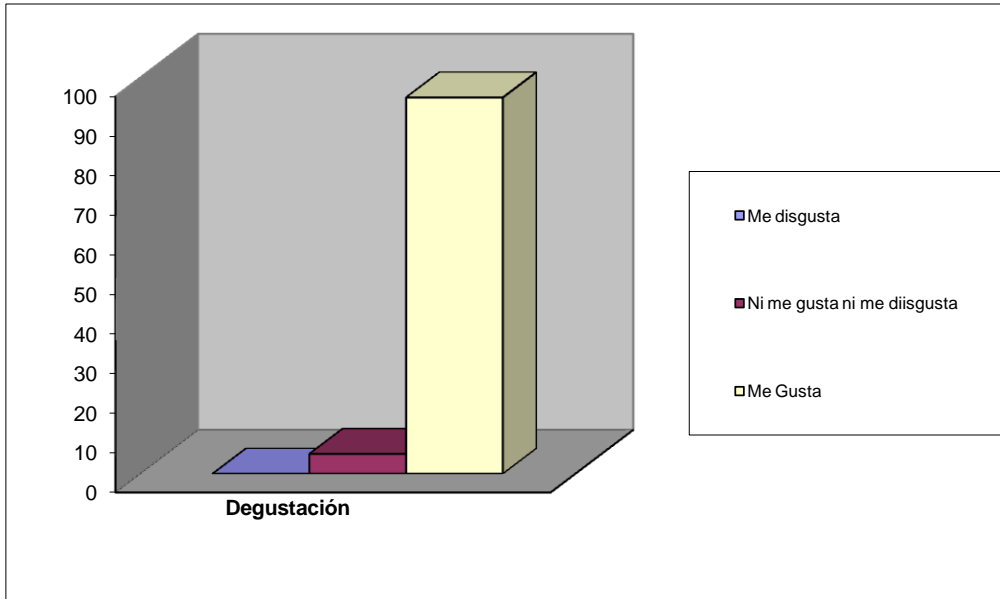
Las muestras que presentaron menor ausencia de Mesofilos totales, Coliformes totales, Coliformes fecales y *Staphylococcus aureus*, comparados con lo permitido en la NTC. Luego de ser tratadas con aceite esencial fueron sometidas a análisis sensorial, que permitieron evaluar determinado atributo del producto final, como lo es el sabor, olor y color. Para esto se tomara una población de veinte panelistas voluntarios que manifestaran el “nivel de agrado” del sabor, de las muestras cocidas, utilizando una escala hedónica de 6 puntos. El panel de catadores estuvo conformado por estudiantes de la Universidad de Cartagena.

En las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 se presentan los resultados de la evaluación sensorial a la hamburguesa de carne de res, en donde el mayor porcentaje de aceptación es para la muestra No. 1 con un 250ppm de adición de aceite esencial *hibiscus esculentus* extraído de las hojas con un 97% de aceptación, seguida respectivamente de las muestras No. 2 con 500ppm de adición de aceite esencial y de la muestra No.3 con 1000ppm de adición de aceite esencial con niveles de aceptación del 94% y del 90%.

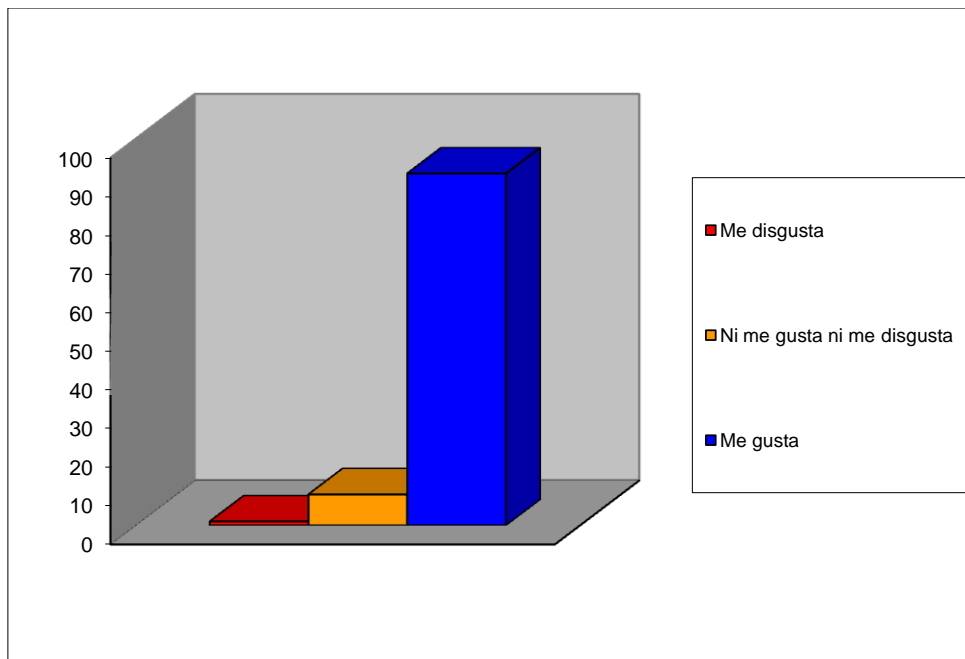
**FIGURA 7.** Evaluación sensorial de la muestra No. 1 con 250ppm de adición de aceite esencial *hibiscus esculentus* (hojas).



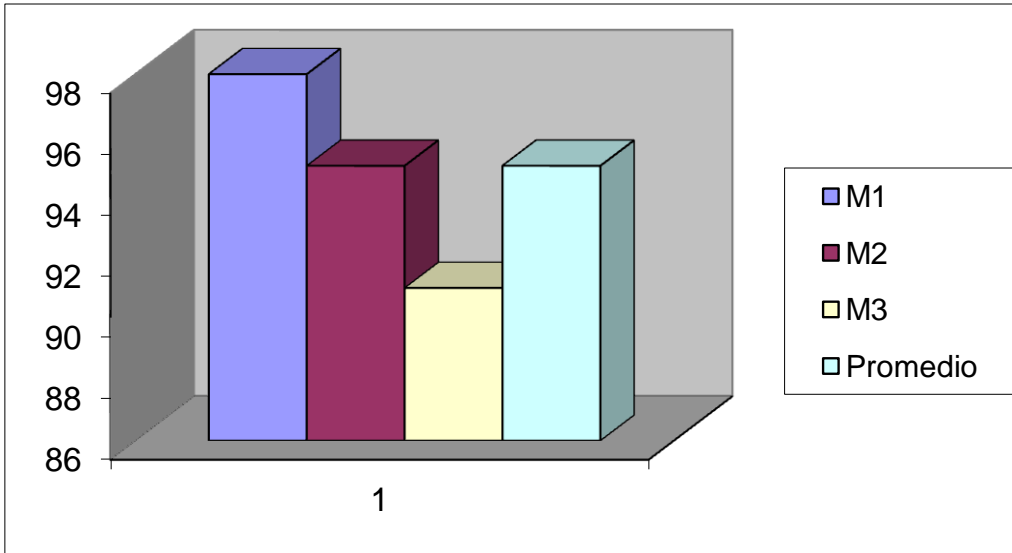
**FIGURA 8.** Evaluación sensorial de la muestra No. 2 con 500ppm de adición de aceite esencial *hibiscus esculentus* (hojas).



**FIGURA 9.** Evaluación sensorial de la muestra No. 3 con 1000ppm de adición de aceite esencial *hibiscus esculentus* (hojas).



**FIGURA 10.** Evaluación sensorial promedio de las muestras No. 1, 2 y 3 de la hamburguesa de carne de res con adición de aceite esencial *hibiscus esculentus* (hojas).



## DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO CON ADICION DE ACEITE ESENCIAL (*hibiscus esculentus*) EXTRAIDOS DE LAS HOJAS

**Tabla No. 7.** Resultados a los seis días del Tratamiento

<b>CARACTERISTICAS</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Otras</b>
T1 (250ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia normal	Ninguna
T2 (500ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T3 (1000ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T4 (patron)	Normal a producto cárnico	Normal	Normal	Ninguna

Fuente: Luna, E., & Julio, M, 2011.

**Tabla No. 8.** Resultados a los diez días del Tratamiento

<b>CARACTERISTICAS</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Otras</b>
T1 (250ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia normal	Ninguna
T2 (500ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T3 (1000ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T4 (patron)	Normal a producto cárnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna

Fuente: Rodríguez, E., & Julio, M., 2011.



**Tabla No. 9.** Resultados a los quince días del Tratamiento

<b>CARACTERISTICAS</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Otras</b>
T1 (250ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T2 (500ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T3 (1000ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Ninguna
T4 (Control)	Normal a producto cárnico	Algo verdoso	Consistencia Normal	Hay fluido en la muestra, pero no hay descomposición

Fuente: Rodríguez, E., & Julio, M., 2011.

**Tabla No. 10.** Resultados a los veintiún días del Tratamiento

<b>CARACTERISTICAS</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Otras</b>
T1 (250ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Hay fluido en la muestra, pero no hay descomposición
T2 (500ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Hay fluido en la muestra, pero no hay descomposición
T3 (1000ppm de aceite)	Normal, a producto carnico	Normal de una hamburguesa de carne	Consistencia Normal	Hay fluido en la muestra, pero no hay descomposición
T4 (patron)	putrefacto	Algo verdoso	Algo pastosa	Hay fluido en la muestra, hay descomposición

## 10.1. CALCULOS

**Rendimiento del aceite esencial extraído de las:**

### **Hojas**

3000 gr se obtuvieron 14,7248 gr de aceite

$$P = M_1/M_2 * 100$$

$$P = 14,7248\text{gr}/3000\text{gr} * 100$$

$$P = 0,49082\%$$

### **Tallo**

3000gr se obtuvieron 8,0451gr de aceite

$$P = 8,0451\text{gr}/3000\text{gr} * 100$$

$$P = 0,26817\%$$

### **Fruto**

3000gr se obtuvieron 5,3822 gr de aceite

$$P = 5,3822\text{gr}/3000\text{gr} * 100$$

$$P = 0,179406\%$$

**Cantidad de aceite esencial de candia *Hibiscus esculentus* (hojas) a adicionar a la hamburguesa de res**

1000ppm ----- 1gr/kg

500ppm-----0,5gr/kg

250ppm-----0,25gr/kg

Para la concentración de 1000ppm

1gr-----1000gr

X -----130gr

X=0,13 gr de aceite

Para la concentración de 500ppm

$$\begin{array}{l} 0,5\text{gr} \text{-----} 1000\text{gr} \\ X \text{-----} 130\text{gr} \end{array}$$

$$X=0,065 \text{ gr de aceite}$$

Para la concentración de 250ppm

$$\begin{array}{l} 0,25\text{gr} \text{-----} 1000\text{gr} \\ X \text{-----} 130\text{gr} \end{array}$$

$$X=0,0325 \text{ gr de aceite}$$

### **Poder antioxidante**

$$Abs_0=0,758$$

Hojas

$$Abs_1=0,298$$

Para determinar se utiliza la siguiente formula:

$$\% \text{ IDPPH} = \left[ \frac{Abs_0 - Abs_1}{Abs_0} \right] \times 100$$

**Hojas:**

$$\% \text{ IDPPH} = 0,758 - 0,298 / 0,758$$

$$\% \text{ IDPPH} = 60,68\%$$

**Tallo:**

$$\% \text{ IDPPH} = 0,758 - 0,380 / 0,758$$

$$\% \text{ IDPPH} = 49,07\%$$

**Fruto:**

$$\% \text{ IDPPH} = 0,758 / 0,478$$

$$\% \text{ IDPPH} = 36,94\%$$

## 10.2. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADO

### ANÁLISIS DE RESULTADO

Los datos observados se compararan con las disposiciones contenidas en la legislación Colombiana para este tipo de alimentos, NTC 1325, las cuales son de orden público y regulan las actividades que puedan generar factores de riesgo para el consumo humano.

No se han encontrados antecedentes de los valores de las constantes físicas del aceite esencial de candia (*hibiscus esculentus*), debido a que es una planta poco conocida en el ámbito científico, existiendo mayormente información botánica y etnofarmacológica; por lo tanto, estos reportes serian datos iniciales. (Tabla 3).

Se identificaron 17 componentes en concentraciones relativas superiores a 0,2 % en el aceite esencial de hojas de candia (*hibiscus esculentus*) colombiano, cultivado en el corregimiento de palo alto Sucre. Este se caracterizó por los altos porcentajes de terpenos, más específicamente monoterpenos. El alfa-pineno, beta-pineno, mirceno, alfa-terpineno, metona, beta burbuneeo, linalool, neomentol, terpinen-4-ol, beta- cariofileno, carvona, mentol, alfa-terpineol.

Los resultados dan un soporte acorde con el uso de candia (***hibiscus esculentus***) en la medicina y cocina tradicional de Colombia y de otros países latinoamericanos; esto permitirá proponerla como una fuente natural con un alto uso potencial en la industria farmacéutica y de alimentos, además porque se han encontrado reportes de que posee también propiedades anti cancerígenas (pág. 16). Si bien los metabolitos antioxidantes en plantas son estudiados principalmente sobre la base de sus estructuras polifenólicas, existe literatura en la cual se refiere que también se halla actividad antioxidante en los aceites esenciales cuyos componentes principalmente son terpenos y Terpenoides. (Pág. 9-10).

Para la elección de los extractos que se adicionaron a la hamburguesa de res, se tuvieron en cuenta los compuestos que presentaron mayor actividad antioxidante y actividad antibacterial; el extracto adicionado al producto fue: el extracto ***hibiscus esculentus*** (hojas) obtenido por arrastre de vapor.

En los análisis bromatológicos se evidenció que el extracto de hibiscus esculentus en concentración de 1000 ppm presentó mayor estabilidad oxidativa en comparación con los extractos a concentraciones de 500 y 250 ppm respectivamente. Aunque las características (sabor y olor) del producto con adición de extractos no se ven afectadas drásticamente, lo que se corrobora con el análisis sensorial.

Durante el periodo de almacenamiento, se observa que el extracto de hibiscus esculentus a concentración de 1000 ppm es el que mantiene mejores condiciones antibacterial en el producto analizado, en comparación con las concentraciones de 500 y 250 ppm, aunque los tres presentan propiedades de conservantes en el tiempo establecido, manteniendo ausencia de los niveles permitidos de (Staphylococcus aureus, mesófilos, Coliformes Totales y fecales) por la Norma INVIMA para cárnicos crudos (NTC4519). La adición de AEC a la hamburguesa aumento el tiempo de vida útil de dicho producto por un tiempo de 45 días a una temperatura de  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

Aunque existe una diferencia entre los atributos de color, olor y sabor entre las muestras con adición de extractos, las características de dicho atributo no son muy marcadas, dando unas propiedades similares entre los productos comparados.

Los comentarios emitidos por los jueces, confirman que la concentración de extracto adecuado a utilizar para la elaboración del producto es de 250 ppm, ya que en general la hamburguesa de res presenta características muy similares a las ya existentes en el mercado.



## 11. CONCLUSIONES

En conclusión, los extractos de candia (*hibiscus esculentus*) obtenidos por arrastre de vapor, poseen propiedades antioxidantes y conservantes, además no afectan notoriamente las características sensoriales de un producto cárnico como la hamburguesa de res conservada a  $4 \pm 0.5$  °C.

La adición de AEC a la hamburguesa disminuyó la carga microbiana y la oxidación de dicho producto, (medida por los niveles de TBA).por lo cual podría ser utilizado como un agente antimicrobiano y antioxidante de origen natural que mejore la calidad de los productos cárnicos como la hamburguesa de res.

El uso de AEC no puede sustituir las buenas prácticas de manufactura (BPM) necesarias para la elaboración de una hamburguesa de res.

Su efecto está comprobado que es dependiente de la concentración del AEC agregado y de la carga microbiana inicial del producto.

## **12. RECOMENDACIONES**

Con la finalidad de obtener mejores y mayores resultados en cuanto a la elaboración de hamburguesas de res con adición de AEC se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se recomienda realizar la extracción de aceites esenciales con otro método más efectivo.

Se recomienda realizar nuevos estudios para evaluar el efecto de la población inicial y estado fisiológico del consumo de productos con adición de AEC, para definir las condiciones que favorecen a la salud de los mismos.

Se debe estudiar el efecto o influencia de las otras condiciones que pueden incidir en la eficacia del AEC en productos cárnicos, como son: pH, Aw, etc.



### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amerling, Carolina. Tecnología de la carne: antología. Ed. EUNED, 2001

BANDONI, A. (Ed), Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica, su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores, 1ª edición, La Plata, 2000, p.p. 27.

Baublis A, Lu C, Clydesdale F, Decker E (2000). "Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants". J Am Coll Nutr 19 (3 suppl): pp. 308s-311S.

Biotechnology 43:3 (JUL 1995) 452-459.

Campbell, W. E. y Col., PLANTA MED. 63,270-2 (1997).

Cao G, Prior R (1998). "Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants". Free radic boil med 14(3): pp. 303-11.

Cao G, Prior R (1998). "Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum" clin Chen 44 (6 pt 1): pp 1309-15.

D Manns, Phytochemistry 39: 5 (JUL 1995) 1115-1118. Kerrola, K., Kallio, H., J. AGRIC. FOOD CHEM. 41 785-790 (1993).

De Deckere EAM & Verschuren PM (2000) Functional fats and spreads. In Functional Foods edited by Gibson GR & Williams CM CRC press Cambridge.

Del Carlo M, sacchetti G, Dimattia C, Compagnone D, Mastrocola D, Liberatore L, sichelly.

Dokorny, J. yanisshalieva, n.gordon, m antioxidant in food: practical application; CRC press, Woodhead publishing limited, Cambridge, (2001).

Draughon, F.A. 2004. Use of botanicals as biopreservatives in foods. Food Technology 58 (2), 20-28.

Durand, P. 2002. Tecnología de los Productos de Charcutería y Salazones. Zaragoza, España: ACRIBIA. 556 p.

Elementos de Nutrición Humana. Ed. EUNED 2001

Forero Barrera, Gilma Inés. Manual granja integral autosuficiente. Editorial San Pablo, 2004

Guignard, J-L., Cosson, L., Henry, M.; "ABREGE DE PHYTOCHIMIE", Masson, Paris-New York-Barcelone, 1985, Capítulo 8.

Hernández Rodríguez Manuel, Ana Sastre Gallego. Tratado de nutrición. Ed. Díaz de Santos, 1999.

Henry c, heppell N (2002). "Nutritional losses and gains during processing: future problems and issues". Proc nutr soc 61(1):pp.145-8

Ismailialaoui, M. y col., tetraedro lett.33 (17) 2349-2352

Iverson F (1995). "Phenolic antioxidants: health protection branch studies on butylated hydroxyanisole". cancer Lett 93(1):pp.49-54

Kubo I., Muroi H., Himejima, J. AGRIC. FOOD CHEM. 41 107 (1993).

Kader A, Zagory D, Kerbel E (1989). "MODIFIED Atmosphere packaging of fruits and vegetables" .crit revs food sci nutr 28(1):pp.1-30

La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. BOLETÍN INTEXTER (U.P.C) 2002 N° 122  
M. C Gutiérrez, M. Droguet

Lorena, Cesar Augusto. La elaboración de carne picada y Hamburguesas super congeladas. 1999

Martínez M, Alejandro., 2001. Aceites esenciales Facultad Química Farmacéutica Medellín, Febrero 2003, pp 1-2

Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrilhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. J Science Technol. 2004; 26(2):211-9.

Muñoz Fernando, 2002. Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado, pp 4-10.

Mg Hilton, A Jay, MJC Rhodes, PDG Wilson, Applied Microbiology and  
Jose A. Barreiro, Aleida J Sandoval B. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Ed. Equinoccio (2002)

M. D. Ranken, Manual de industrias de la carne. Ed. Mundi-Prensa Libros, 2003

N. Cubero, A. Monferrer, y J. Villalta. Aditivos Alimentarios, Mundi- prensa Libros, 2002.

NARVÁEZ, C.; PARRA, K.; HUERTA, N.; RODAS, A. Evaluación del desempeño higiénico al procesar hamburguesas en una pequeña planta de Maracaibo. Rev. Científ FCV-LUZ. XI. 2001.

Ostlund RE Jr, Racette SB & Stenson WF (2002) Effects of trace components of dietary fat on cholesterol metabolism: phytosterols, oxysterols and squalene. Nutrition Reviews 60: 349-59

Planella, Isidro. Agroindustria y Desarrollo Económico. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)

Patrick Jacquard, Pierre Rapin, José Alarcón Creus. Formulario del frío.2000.

Pascual Anderson, María del Rosario, Vicente Calderón y Pascual. Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas. Ediciones Díaz de Santos, 1999.

Prior R, Wu, Schaich K(2005). "Standardized methods for the determination of the antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements". J Agric food chem. 53(10):pp.4290-302

Riechart RD (2002) Oilseed medicinals in natural drugs and dietary supplements - new functional foods. Trends in Food Science and Technology. Vol.13 issue 11 -p 353-60.

Rodríguez, M., García, M., López, M. y Simal, J. (2001). Bebidas enriquecidas con vitaminas antioxidantes: Aspectos legales y estudio de su etiquetado nutricional. Ciencia y Tecnología Alimentaria, Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de

Alimentos, Reynosa, México.3(003):173-179. .

Revista de Comercio Exterior- archivo PDF. Publicado por campaña en defensa de la biodiversidad y soberanía alimentaria (año 2002) Sánchez Pineda de las Infantas ,María Teresa. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Ed. Mundi-Prensa Libros, 2003.

Rodríguez Rivera, Víctor Manuel, Edurne Simón Magro. Bases de la Alimentac

R. Plank, Rafael Usón, H Engerth. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Ed Reverte 1984.

Rodríguez Caerio ,María José.. Preparación de masas y piezas cárnicas. Ed. S.L., España. 2004.

Robards K, Kerr A,Patsalides E(1988).”Rancidity and its measurement in edible oils and snack foods.A review”.Analyst 113(2):pp.213-24

Scherer R, Teixeira H. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chemistry. 2008;112:654-8.

Silla Santos, María Hortensia. Dieta Mediterránea y Alimentos Funcionales: Seguridad Alimentaria. Valencia 2004ión Humana. Ed. Netbiblo.2001

Stashenko, E.; En: Memorias del IV Congreso Nacional de itoquímica, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Química, Bucaramanga, febrero de 1996, pp. 29-53.

Takaisi-Kikuni, N. B., y col., FITOTERAPIA 71, 69-71 (2000).

Turunen M, Olsson J, Dallner G (2004).”Metabolism and fuction of coenzyme Q”.Biochim biophys Acta 1660(1-2):pp.1-30

Vázquez, Manuel. Avances en seguridad Alimentaria. Ed. Altaga, 2001.

Vargas del Río, L.M., Taborda Ocampo, G. (2006). “Nitrosaminas en productos cárnicos: formación e impacto”. *Biosalud*, Vol. 5. pp. 101-131.

Wuryatmo, E.; Klieber A.; Scott, E. 2003. Inhibition of citrus postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (9), 2637-2640.

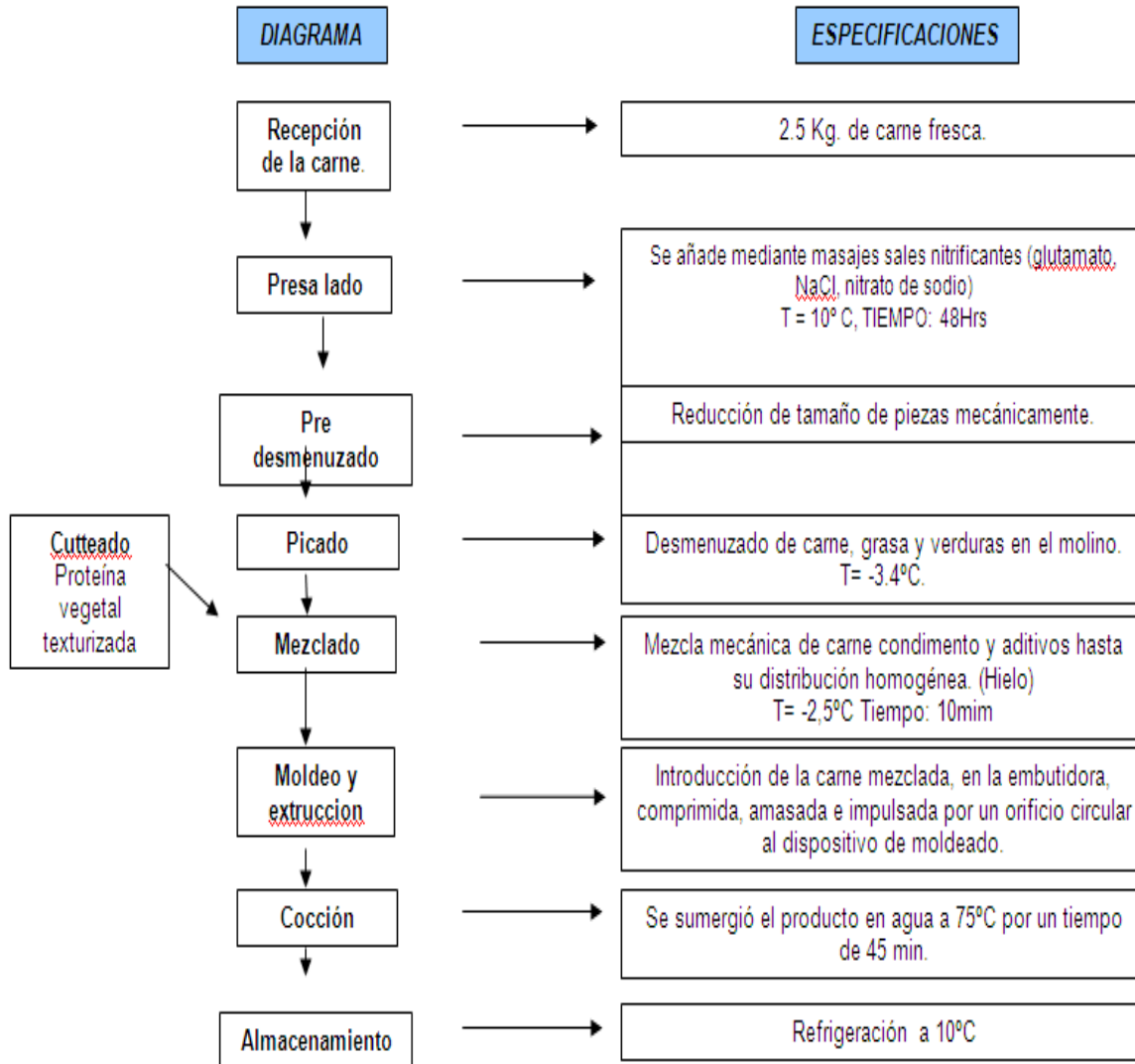
Witschi A, Reddy s, stofer B,lauterburg B(1992).”the systemic availability of oral glutathione”.*Eur J clin pharmacol* 43 (6):pp.667-9

Xianquan S, Shi J, Kakuda Y, Yueming J(2005).”Stability of lycopene during food processing and storage”.*J Med Food* 8(4):pp.413-22

Zallen E, Hitchcock M, Goertz (1975).”Chilled food systems.effects of chilled holding on quality of beef loaves”.*J am diet assoc* 67(6):pp.552-7

## 14. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesa de res.



## Anexo 2. Boleta de Evaluación

<b>Características del producto</b>	<b>Boleta de Evaluación Hedónica</b>		<b>Fecha:</b>		
<b>Tarea:</b> Marque con una X la descripción que Ud. Mejor asocie con la muestra					
<b>Resultados de la Evaluación</b>					
	Me Gusta		Me es indiferente	Me Disgusta	
	<i>Mucho</i>	<i>Poco</i>		<i>Mucho</i>	<i>Poco</i>
<b>Muestras</b>					
<i>250 ppm</i>					
<i>500 ppm</i>					
<i>1000 ppm</i>					
<b>Observación</b>					

Cartagena, 06 de septiembre de 2011

Señor(es)  
MANUELA JULIO GUZMAN  
EMIR RODRIGUEZ LUNA  
Ciudad

Cordial saludo.

A continuación informamos el resultado del análisis practicado a muestras de hamburguesas con adición de aceite esencial extraído de la hojas de candia, tomada y traída por ustedes.

**0 Semana**

PARAMETROS	Resultados	Métodos
MUESTRA	Hamburguesa	
Fecha	06-09-2011	
Proteínas, %	14,74	Digestion-titulacion AOAC 954.02
Grasas, %	2,76	Extracción por soxhlet-gravimétrico 954.02
Cenizas, %	2,27	termo gravimetría
TBA, mg de malonaldehido/kg	N.D	fotocolorimetria
pH, unidades	5,10	potenciometria
Humedad, %	69,00	Termo gravimetría 950.01



N.D no detectable por el método < 0,05

**1 Semana**

PARAMETROS	Resultados	Métodos
MUESTRA	Hamburguesa	
Fecha	13-09-2011	
Proteínas, %	14,73	Digestion-titulacion AOAC 954.02
Grasas, %	2,60	Extracción por soxhlet-gravimétrico 954.02
Cenizas, %	2,25	termo gravimetría
TBA, mg de malonaldehido/kg	0,05	fotocolorimetria
pH, unidades	5,10	potenciometria
Humedad, %	69,00	Termo gravimetría 950.01

**2 Semana**

PARAMETROS	Resultados	Métodos
MUESTRA	Hamburguesa	
Fecha	20-09-2011	
Proteínas, %	14,73	Digestion-titulacion AOAC 954.02
Grasas, %	2,53	Extracción por soxhlet-gravimétrico 954.02
Cenizas, %	2,25	termo gravimetría
TBA, mg de malonaldehido/kg	0,07	fotocolorimetria
pH, unidades	5,12	potenciometria
Humedad, %	70,00	Termo gravimetría 950.01



UNIVERSIDAD  
DE  
CARTAGENA



180 AÑOS

*Liderando y transformando vidas*

**3 Semana**

<b>PARAMETROS</b>	<b>Resultados</b>	<b>Métodos</b>
MUESTRA	Hamburguesa	
Fecha	27-09-2011	
Proteínas, %	14,73	Digestion-titulacion AOAC 954.02
Grasas, %	2,40	Extracción por soxhlet-gravimétrico 954.02
Cenizas, %	2,20	termo gravimetría
TBA, mg de malonaldehido/kg	0,08	fotocolorimetria
pH, unidades	5,14	potenciometria
Humedad, %	71,04	Termo gravimetría 950.01

Cordialmente,

ORLANDO DE LA ROSA MERCADO, Q .F.  
ANALISTA PROFESIONAL















## GLOSARIO

**ADITIVOS:** son sustancias que se añaden a los alimentos (embutidos, envasados, enlatados...) para mejorar su presentación y demás cualidades (sabor, aromas, colores...), así como para incrementar el período de conservación.

**BIOPRESERVACIÓN:** se refiere a la extensión de la vida útil de los alimentos y el aumento de la seguridad microbiológica usando una microflora natural o controlada y sus productos antibacteriales.

**CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS:** es conjunto de procesos realizados con el objeto de garantizar la vida y e higiene de los alimentos, teniendo ciertas condiciones y realizar ciertos tratamientos para que sea posible su conservación.

**CRECIMIENTO MICROBIANO:** Cuando se siembran microorganismos en un medio de cultivo apropiado, los mismos comienzan a dividirse activamente empleando los nutrientes que le aporta al medio de cultivo para "fabricar" nuevos microorganismos. Este proceso continúa hasta que algún nutriente del medio de cultivo se agota (sustrato limitante) y el crecimiento se detiene.

**ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS (ETA):** enfermedad de carácter infeccioso o tóxico que es causada, o que se cree que es causada, por el consumo de alimentos o de agua contaminada

**NUMERO MÁS PROBABLE (NMP):** es una estrategia eficiente de estimación de densidades poblacionales especialmente cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible. La técnica se basa en la determinación de presencia o ausencia (positiva o negativa) en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de microorganismos presentes en muestras de suelo u otros ambientes.

**UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC):** es un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua. UFC es el número mínimo de células separables sobre la superficie, o dentro, de un medio de agar semi-sólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células descendientes. Las UFC pueden ser pares, cadena o racimos, así como células individuales Unidad formadora de colonias.

