

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Departamento Académico de Ciencias Tecnología
e Ingeniería de los Alimentos**



TESIS

**"OBTENCION DEL EXTRACTO DE ROMERO
(*Rosmarinus Officinalis L.*) Y SU APLICACION
COMO ANTIOXIDANTE EN CHULETA DE CERDO**

**Para Optar el Título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Rossmery Quispe Ugarte

PROMOCION I-00

"UNASINOS FORJADORES HACIA UN NUEVO ECOMILENIO"

Tingo María - Perú

2001

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por haberme dado la vida, los padres, hermanos y buenos amigos con los que cuento y por haberme ayudado a culminar la carrera, ya que en cada momento difícil que sentía desmayar solo recordaba que el estaba conmigo.

A MIS PADRES JULIA Y PEDRO, por toda su confianza, amor, aprecio, comprensión, apoyo moral y económico ya que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar la carrera y la tesis.

A MIS HERMANOS KARINA, MAYTE, PAOLA, PEDRITO Y KAREN, quienes me apoyaron con todo su amor, confianza y comprensión.

A MI AMIGA KARINA, quien en todo momento estuvo a mi lado brindándome su apoyo y confianza.

A MIS AMIGOS Juan, Koty, Lucho, Elena, y a todos mis amigos en general gracias por su amistad y apoyo sincero.

A la Ing° Elizabeth Ordóñez Gómez, asesora del presente trabajo de investigación.

A LOS SEÑORES LABORATORISTAS: Estelo, Yacha, Marquillo, Glelia, Ariza, Richar, Rene, por todo su apoyo durante la ejecución del presente trabajo.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
A.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EXTRACTO DE ROMERO	3
1.	Clasificación taxonómica	3
2.	Descripción botánica	3
3.	Composición Química.....	4
a.	Humedad	5
b.	Cenizas totales.....	5
c.	Fibra bruta.....	5
4.	Propiedades de las especias	6
5.	Aplicaciones como Antioxidantes.....	6
B.	COMPUESTOS FITOQUÍMICOS DE ROSMARINUS OFFICINALIS	8
1.	Metabolitos Secundarios	8
2.	Antioxidantes.....	8
a.	Antioxidantes Naturales	10
b.	Antioxidantes Artificiales	11
C.	LOS FLAVONOIDES DEL ROSMARINUS OFFICINALIS.....	12
1.	Definición.....	12
2.	Estructura Química	13
3.	Distribución y estado natural.....	14
4.	Propiedades físicas	15
5.	Extracción de Flavonoides.....	16
6.	Cuantificación de fenoles.....	16

D. GENERALIDADES DE EXTRACTOS.....	17
1. Definición.....	17
2. Propiedades Antioxidativas.....	17
3. Métodos de preparación de extractos.....	19
4. Aplicaciones.....	22
E. GENERALIDADES SOBRE CARNES.....	22
1. Definición.....	22
2. Composición Química.....	23
a. Proteínas.....	23
b. Lípidos.....	25
c. Agua.....	25
d. Hidratos de Carbono.....	26
3. Proceso oxidativo de las carnes.....	26
4. Chuleta.....	28
5. Comercialización de carne fresca.....	28
6. Química de la fritura.....	29
a. Comportamiento del alimento en la fritura.....	30
b. Cambios químicos y físicos.....	31
7. Sistemas de Conservación.....	31
a. Empacado al vacío.....	31
b. Refrigeración.....	33
III. MATERIALES Y METODOS.....	34
A. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	34
B. MATERIA PRIMA.....	34

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS	35
1. Materiales de laboratorio	35
2. Equipos de laboratorio y proceso.....	36
3. Reactivos y soluciones	37
D. MÉTODOS DE Análisis	38
E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	41
1. Caracterización de la Materia Prima	41
a. Componentes de las hojas de Romero	41
b. Componentes de la carne de cerdo.....	41
2. Obtención y caracterización del extracto de Romero	42
a. Obtención del extracto acuoso	42
b. Evaluación Fisico químico del extracto de Romero	42
c. Análisis de minerales del extracto de romero	43
d. Evaluación de la capacidad antioxidativa del extracto de romero....	43
e. Determinación de Polifenoles.....	44
3. Estudio de la aplicación del extracto en chuleta de cerdo.....	44
a. Evaluación fisico química durante el Almacenamiento	44
b. Evaluación del Análisis Sensorial.....	44
c. Evaluación microbiológica.....	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
A. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	47
1. Componentes de las hojas de Romero.....	47
2. Componentes de la carne de cerdo	52
B. OBTENCION Y CARACTERIZACION DEL EXTRACTO DE ROMERO	56

1.	Obtención Acuosa del extracto de Romero.....	56
2.	Determinación fisicoquímica del Extracto de Romero	57
3.	Análisis de minerales del Extracto de Romero.....	59
4.	Evaluación de la capacidad antioxidativa del extracto de Romero	62
	a. Determinación de la cinética de inhibición del radical libre, DPPH ..	62
	b. Determinación del Coeficiente de Inhibición (IC ₅₀)	65
5.	Determinación de Polifenoles en extracto de Romero	66
C.	EVALUACION DE LA APLICACIÓN DEL EXTRACTO EN CHULETA DE CERDO	68
1.	Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento	68
	a. TBA (mg de aldehído malónico/Kg de muestra):	68
	b. Acidez	74
	c. pH	78
2.	Análisis sensorial	81
	a. Para el atributo de color en carne cruda.....	81
	b. Para el atributo de olor en carne cruda	82
	c. Para el atributo de olor	83
	d. Para el atributo de sabor	83
3.	Microbiológico.....	84
V.	CONCLUSIONES.....	86
VI.	RECOMENDACIONES	87
VII.	BIBLIOGRAFIA	88
VIII.	ANEXOS	96

INDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1: Composición de Romero (100 g de hojas).....	04
Cuadro 2: Índice Antioxidante de algunas especias.....	12
Cuadro 3: Composición química en 100g de carne de cerdo.....	24
Cuadro 4: Composición químico proximal de las hojas de Romero	48
Cuadro 5: Componentes minerales de las hojas de Romero	51
Cuadro 6: Composición fisicoquímica de carne de cerdo en B.H.....	54
Cuadro 7: Composición fisicoquímica del extracto de Romero	58
Cuadro 8: Componentes minerales del extracto de Romero	60
Cuadro 9: Efecto del extracto de Romero en la inhibición del DPPH.....	64
Cuadro 10: Determinación de Polifenoles en extracto de Romero	68
Cuadro 11: Determinación de TBA (mg malonaldehído/kg muestra).....	71
Cuadro 12: Comportamiento de la Acidez en carne de cerdo cruda y cocida tratada con extracto de Romero (Expresado en % de ácido oléico)..	76
Cuadro 13: Determinación de valores de pH en carne de cerdo cruda y cocida ..	80
Cuadro 14: Determinación de la NMAV	86

SUMMARY

The Rosemary (*Rossmarinus Officinalis*), it is a perennial bush with a dense foliage that grows in the region of the mountain of the Peru, of the leaves and flowers of this plant one can obtain extracts and essential oils with capacity anti-oxidative, wich can be used in diverse foods in meat and derived of special products.

With the purpose of characterizing the leaves of rosemary you consider the physiochemical and mineral analysis, also for the pig chop you consider the analysis chemical proximal.

For the extract of rosemary you consider the physiochemical test, minerals, capacity anti oxidative (DPPH, IC₅₀), content in polyphenols. During the storage they were considered the physiochemical test (TBA, acidity, pH); microbiology (NMAV, molds and yeasts) and the sensorial analysis, the analysis were carried out in the laboratories: Analysis of foods, Meats, Animal Nutrition, spectrophotometric, Seeds, Food Microbiology and Sensorial Analysis, of the university "Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú, in him period of march to August of the 2001.

The physiochemical anlyses carried out during the storage stage were TBA (malonaldehyde/Kg of sample), acidity(expressed in % of oleic acid) and pH, wich were evaluated applying the statistical design complete at random whit three repetitions, for the levels where significance existed it was evaluated by means of the test of tukey ($P < 0,05$); in the sensorial analysis for the 5 treatments, they were evaluated sensorially (acceptability test) those that were anlyzed in a DCA

with 4 repetitions (judges) by means of the non parametric statistics, and the later test of tukey, for the levels where significance existed ($P < 0,05$), on the other hand in the raw sample, two treatments were analyzed with 10 repetitions each one, for that which you use the non parametric test of friedman, they were also carried out the tests microbiological (NMAV, molds and yeasts).

The extract of rosemary, it was obtained by method of watery extraction, this allowed to crawl compound flavonics, in their physiochemical composition it presents a high content in Humidity (88,50), Carbohydrates (2,97) end fat (8%), Mg(226,67 μ g/ml), Cu (2,65 μ g/ml) and Zn (1,85 μ g/ml); a bigger efficiency in their capacity to inhibit the free radical DPPH ($IC_{50}=21,56\mu$ g/ml) and a content in polyphenols of (1,295 mg galic acid/100 g of leaves of rosemary).

The treatment that you behave better was when it is added anti-oxidative after the tritter (ADF); TBA (0,78 mg of aldehyde malonic/Kg. Of sample), acidity(0,293% expressed in % of oleic acid), pH (6,05); NMAV ($2,4 \cdot 10^{40}$ u.f.c/g), molds and yeasts ($1 \cdot 10^4$ u.f.c/g); also the sensorial attributes were favorable in scent and flavor. The extract of rosemary can also be used in raw meat.

The concentration to conserve raw and cooked pig chops was 3,5 ml/70 meat g, packed the one it emptied and stored to refrigeration temperature by space of 23 days.

RESUMEN

El Romero (*Rosmarinus Officinalis L.*), es un arbusto perenne, con un denso follaje, que crece en la Región de la sierra del Perú, de las hojas y flores de esta planta se puede obtener extractos y aceites esenciales con capacidad antioxidativa, las cuales pueden ser utilizadas en diversos alimentos, en especial productos cárnicos y derivados.

Con la finalidad de caracterizar las hojas de romero se consideró el análisis fisicoquímico y minerales, asimismo para la chuleta de cerdo se consideró el análisis químico proximal. Para el extracto de romero se consideró las pruebas fisicoquímicas, minerales, capacidad antioxidativa (DPPH, IC₅₀), contenido en polifenoles. Durante el almacenamiento se consideraron las pruebas fisicoquímicas (TBA, Acidez, pH), microbiológicas (NMAV, mohos y levaduras) y el análisis sensorial; los análisis fueron realizados en los laboratorios Análisis de Alimentos, Carnes, Nutrición Animal, Espectrofotometría, Semillas, Microbiología de los Alimentos y Análisis Sensorial de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el período de marzo a Agosto del 2001.

Los análisis fisicoquímicos realizados durante la etapa de almacenamiento fueron TBA (mg de malonaldehído/Kg. de muestra), Acidez(expresado en % de ácido oléico) y pH, los cuales fueron evaluados aplicando el diseño estadístico completo al azar con tres repeticiones, para los niveles donde existió significancia se evaluó mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$); también se realizaron las pruebas microbiológicas (NMAV, mohos y levaduras); en el análisis sensorial para los 5 tratamientos, se evaluaron sensorialmente (prueba

de aceptabilidad), los que fueron analizados en un DCA con 4 repeticiones (jueces) mediante la estadística no paramétrica y la posterior prueba de Tukey, para los niveles donde existió significancia ($P < 0.05$). Por otro lado en la muestra cruda, fueron analizados dos tratamientos con 10 repeticiones cada uno, para lo cual se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, también se realizaron las pruebas microbiológicas (NMAV, mohos y levaduras)..

El extracto de Romero, fué obtenido por método de extracción acuosa, esto nos permitió arrastrar compuestos flavónicos, en su composición fisicoquímica presenta un alto contenido en Humedad (88,50%), Carbohidratos (2,97%) y Grasa (8%); además presenta un contenido en minerales con capacidad antioxidativa como Mg^{2+} (226,67 $\mu g/ml$), Cu^{2+} (2,65 $\mu g/ml$) y Zn^{2+} (1,85 $\mu g/ml$); una mayor eficiencia en su capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 21.56 \mu g/ml$) y un contenido en polifenoles de (1,295 mg ácido gálico/100 g de hojas de romero) .

El tratamiento que se comportó mejor fue cuando se le adicionó antioxidante después de la fritura (ADF), TBA (0,78 mg de aldehído malónico/Kg de muestra), Acidez (0,293%, expresado en % de ácido oléico), pH (6,05); NMAV ($2,4 \cdot 10^4$ u.f.c/g), mohos y levaduras ($1 \cdot 10^3$ u.f.c/g); asimismo los atributos sensoriales fueron favorables en olor y sabor. El extracto de romero también puede utilizarse en carne cruda.

La concentración para conservar chuletas de cerdo crudas y cocidas fue 3,5 ml./ 70 g de carne, empacadas a vacío y almacenadas a temperatura de refrigeración por espacio de 23 días.

I. INTRODUCCIÓN

El Romero (*Rossmarinus Officinalis*), es un arbusto frondoso, hojas de forma linear, en los encuentros de las hojas con el tallo nacen breves ramilletes floríferos, pertenece a la familia de las LAMINACEAE, de la cuenca del mediterráneo. El romero ha sido tradicionalmente usado en alimentación por su aroma y sabor agradable y por sus características de retardar el deterioro de color y sabor en los alimentos, especialmente fue usado para conservar carnes. El romero además de ser un tónico excelente para el anciano y utilizarse para la indigestión, también ha sido utilizada como hierba culinaria, especia condimentaria y antioxidante.

Los fenoles responsables para la actividad antioxidante del romero incluyen al carnosol, rosmanol, rosmaridifenol, ácido carnosónico y ácido rosmarínico, así mismo las hojas de romero contienen derivados polifenólicos: Pigmentos flavónicos, glucósidos de flavonas, caféico y rosmarínico. Las propiedades antioxidantes del romero se deben a la presencia del ácido rosmarínico.

Debido a que los productos cárnicos tienen poca capacidad de conservación pierde calidad y valor nutritivo con el tiempo, sobreviniendo igualmente cambios de su sabor y aroma claramente manifiestos, aparecen gustos a cebo o a rancio y olores no deseables, por este motivo el extracto de romero ha sido propuesto como antioxidante natural en algunos sistemas alimentarios especialmente en aquellos que tienen grasa animal y vegetal.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo a agosto del 2001. Teniendo como objetivos:

- Obtener el extracto de Romero (por método Extracción Acuosa) y su caracterización.
- Evaluar la capacidad antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus Officinalis* L.)
- Evaluar la actividad antioxidativa del extracto de Romero para la conservación de chuletas de cerdo, en almacenamiento.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EXTRACTO DE ROMERO

1. Clasificación taxonómica

Según Carl (1983), el Romero cuyo nombre científico es *Rosmarinus officinalis*, tiene la siguiente clasificación:

Clase :DICOTILEDONAEAE

Orden :TUBIFLORALES

Familia :LAMINACEAE

Género :Rosmarinus

Especie :*Rosmarinus officinalis*

2. Descripción botánica

Según Tainter y Grenis (1996), esta especie está constituida por las hojas de un arbusto de hoja perenne de la familia de la menta y originario de la región mediterránea. Las hojas son estrechas de 1 – 3 cm. de longitud, se parecen mucho a las hojas de pino curvadas.

Según Sapetti (2000), se trata de un arbusto perenne, erecto con un denso follaje que mide de 1 – 2 m de alto y tiene numerosas ramas de color ceniza, sus hojas miden 2 – 3 cm de longitud por 1 – 2 mm. de ancho son de consistencia dura (coriáceos), opuestas lineares, terminan en punta y se curvan hacia el interior de los márgenes, su color es verde oscuro, con la superficie brillante y la parte de abajo blanquesina.

En los encuentros de las hojas con el tallo nacen de estos breves ramilletes floríferos. (Font, 1962).

3. Composición Química

Según Sapetti (2000), en las hojas de romero podemos encontrar ácidos fenólicos, como el ácido clorogénico y ácido rosmarínico, que es un derivado del ácido caféico, flavonoides, derivados de la apigenina, luteolina y genkuanina y pequeñas cantidades de alcaloides (0.33%) llamado rosmaricina, así como de taninos y vitamina C. Por último debemos mencionar la existencia de un compuesto amargo conocido como carnosol.

Según Muñoz (1993), las hojas de romero contienen derivados polifenólicos: Pigmentos flavónicos, glucósidos de flavonas, caféico y rosmarínico.

Cuadro 1: Composición de romero (100 gr de hojas)

Especificaciones	Lim. Sugeridos
Humedad	7,8 – 10,8% min.
Cenizas Totales	8% máx.
Fibra bruta	16,5 – 18,8%
Aceite volátil	1,5% máx.

Fuente: Hart y Fisher (1991)

a. Humedad

El nivel de humedad de las especias tiene gran importancia en el control del crecimiento microbiano. Aunque la medida de la actividad del agua también afecta a las características de molturación de algunas, a niveles mayores de humedad las hojas son fáciles de doblar y no originan polvo. Los niveles de humedad demasiado bajos también causan problemas en el almacenamiento (Tainter y Grenis, 1996).

b. Cenizas totales

Los contenidos de cenizas totales y de cenizas insolubles en un ácido sirven de medida del contenido de arena de las especias; la determinación de cenizas totales se realiza tratando por el calor una muestra hasta combustión completa de toda la materia orgánica. El contenido de cenizas totales es también una clave para señalar las especias que han sido "blanqueadas". Asimismo el nivel máximo recomendado por el ASTA es del 10% (Tainter y Grenis, 1996).

c. Fibra bruta

Sirve para detectar la adulteración de las especias. La prueba para estimar la fibra bruta de las especias es la misma que se usa con otros productos alimenticios. El contenido de fibra bruta es alto

cuando se incorpora otro material fibroso a una especia, (Tainter y Grenis, 1996).

Según Hart y Fisher (1991), constituye un índice de las sustancias presente en los alimentos de origen vegetal. Esta constituida fundamentalmente por celulosa, lignina y pentosanas, que constituyen junto con pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas, las estructuras celulares de los vegetales.

4. Propiedades de las especias

Según Martínez *et.al* (2000), muchas de las propiedades beneficiosas descritas de los alimentos de origen vegetal, están asociadas principalmente a la actividad antioxidante y las propiedades antinutritivas de estos compuestos, también están relacionados con la presencia y el contenido de compuestos fenólicos.

Los flavonoides por ser fenólicos, pueden cambiar de color cuando se tratan con bases o con amoníaco, propiedad que sirve para caracterizarlos sobre los cromatogramas o en solución. Así mismo la mayoría de los flavonoides son solubles en agua (Valencia, 1995).

5. Aplicaciones como Antioxidantes

Según Thomson (1986), los brotes jóvenes son populares como hierba culinaria, para su uso farmacéutico se prefiere los arbustos jóvenes de

regiones australes, porque su aroma es mas fuerte. El sabor de las hojas y de las sumidades floríferas son intensamente aromáticas y un poco picante.

Según Muñoz (1993), las hojas son diuréticas, tónicas, sedantes, antioxidante y condimentarias.

Según Decker y Zhimin (1998), los fenoles responsables para la actividad antioxidante de Rosemary incluyen el carnosol, rosmanol, rosmaridifenol, ácido carnosónico y ácido rosmárico. El aceite esencial, en uso externo es antiséptico, antiparasitario, analgésico, etc. en diversos productos como aromatizantes de ambientadores, detergentes, insecticidas, etc.

Los vegetales son fuente de nuevos y más eficientes antioxidantes, a los que la farmacología puede recurrir para neutralizar los radicales libres, producidos por las células y que han sido vinculados a diversas enfermedades (Ciencia Hoy, 1998).

Los radicales libres están implicados en la causa de estas enfermedades por ocasionar daño oxidativo a proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Es por este motivo que los antioxidantes, los cuales neutralizan la acción de los radicales libres, desempeñan una función fundamental en la prevención de estas enfermedades(Pineda, 1999).

B. COMPUESTOS FITOQUÍMICOS DE ROSMARINUS OFFICINALIS

1. Metabolitos Secundarios

Según Lock (1994), los metabolitos secundarios que producen las plantas se conocen como constituyentes químicos y los metabolitos responsables de efectos terapéuticos, se conocen como constituyentes activos que son diferentes a los constituyentes inertes que también se encuentran en las plantas. La presencia de las sustancias inertes frecuentemente pueden modificar e incluso eliminar la absorción o la potencialidad de los constituyentes activos. Para anular estos efectos en drogas crudas o preparaciones galénicas, los principios activos para uso terapéutico se extraen, purifican y cristalizan. Aunque el nombre de metabolito secundario se usa para denominar a los productos finales del metabolismo, muchos no tienen importancia para las plantas que los producen y no son productos finales ya que posteriormente pueden tener cambios. En la figura 1, se puede observar el origen de algunos metabolitos secundarios en relación con los pasos metabólicos básicos.

2. Antioxidantes

Antioxidante es aquel compuesto que inhibe las reacciones de oxidación sin importar los mecanismos de acción (Badui, 1994).

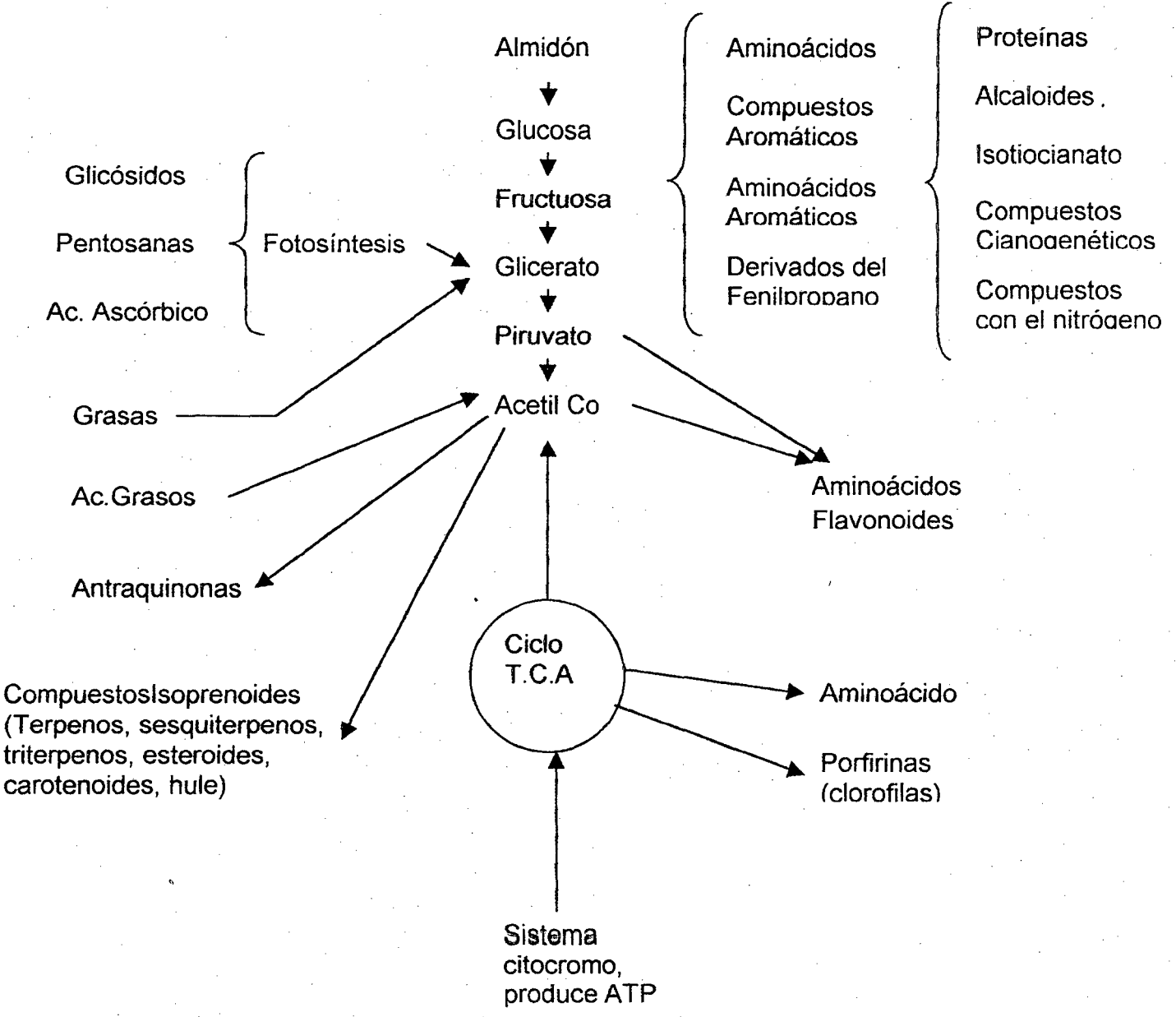


Fig. 1: Origen de algunos metabolitos secundarios en relación con los pasos metabólicos básicos

Según Price (1994), los antioxidantes retrasan la rancidez de las grasas causada por oxidación al reaccionar con los radicales libres para formar productos inertes en una reacción de determinación. Los antioxidantes en un sentido amplio, son sustancias capaces de retardar la velocidad de oxidación en los materiales antioxidables. La elección de un antioxidante para un propósito dado depende de las necesidades del sistema y de las características de sustancias disponibles.

a. Antioxidantes Naturales

Los antioxidantes naturales al igual que los de origen sintético tienen la función de detener la reacción de oxidación en aceites, grasas y alimentos con alto contenido de grasa. Los compuestos naturales causantes de esta acción antioxidativa son compuestos fenólicos los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el reino animal y vegetal. Dentro de los grupos fenólicos se encuentran los flavonoides los cuales se caracterizan por tener varios grupos hidroxilo (Medina, 1997).

Según Decker y Zhimin (1998), el extracto de Rosemary refinado ha sido propuesto como un antioxidante natural en algunos sistemas alimentarios, especialmente aquellos que contienen grasas animales y aceites vegetales. Los antioxidantes naturales son obtenidos de plantas a través una extracción de aceites esenciales, los cuales son

obtenidos del material fresco que los contienen, utilizando el clásico procedimiento de destilación por arrastre de vapor (Font, 1962).

La fuente comercial de vegetales más común de fenoles antioxidantes es de Rosemary (*Rosmarinus Officinalis*), los extractos de rango de concentración de 0.02 – 0.05% de peso total. Los fenoles responsables para la actividad antioxidativa del extractos de Rosemary, incluyen el carnosol, rosmanol, ácido carnosónico, ácido rosmárico (Decker y Zhimin, 1998).

b. Antioxidantes Artificiales

Según Decker y Zhimin (1998), frecuentemente se asocian varios antioxidantes. Se dispone comercialmente de combinaciones de BHA, BHT, galato de n – propilo, TBH y ácido cítrico para su uso en grasas y alimentos grasos. El nitrito es un antioxidante extremadamente efectivo el cual puede detener casi completamente la oxidación en alimentos musculares cocidos; pero su utilización como antioxidante en todos los alimentos está limitada por su habilidad para alterar el color de la mioglobina y en consecuencia de la carne.

Queladores; la oxidación de lípidos en alimentos musculares puede ser inhibido controlando la actividad de metales prooxidantes, los queladores más comunes usados en los alimentos musculares son el ácido cítrico y fosfatos. Ascorbato, como el ascorbato puede actuar

tanto como antioxidante y prooxidante, no es sorprendente que sus efectos en la actividad oxidativa de los alimentos es variables (Decker y Zhimin, 1998).

C. LOS FLAVONOIDES DEL ROSMARINUS OFFICINALIS

1. Definición

Se denominan como flavonoides a varias clases de sustancias naturales que contienen dos anillos aromáticos unidos mediante una cadena de tres átomos de carbono (compuestos $C_6C_3C_6$) que se encuentran ampliamente distribuidas en los vegetales y que son biosintetizadas en parte a partir del ácido shikímico y en parte a partir de la acetilcoenzima A, vía malonil CoA (biosíntesis mixta) (Sisa 2001).

Según Valencia (1995), el término compuesto fenólico abarca un gran número de sustancias que poseen un anillo aromático unido a uno o más constituyentes hidroxilo. Los compuestos fenólicos son solubles en agua porque la mayoría de las veces se encuentran unidas a azúcares formando glucósidos. Entre los compuestos fenólicos naturales se encuentran los flavonoides, los fenoles monocíclicos, los fenilpropanoides, las quinonas fenólicas y las cumarinas. Las sustancias poliméricas de las plantas como los lignanos y taninos que son polifenólicos y ocasionalmente también se encuentran unidades fenólicas

en las proteínas, los alcaloides y los terpenoides. Cuando están puros, los fenoles simples son sólidos, incoloros, pero generalmente se oxidan y se vuelven oscuros por exposición al aire, la solubilidad en agua aumenta de acuerdo con el número de hidroxilos presentes y son bastantes solubles en disolventes orgánicos polares. Los fenoles que son ligeramente solubles en agua se disuelven rápidamente en soluciones acuosas de hidróxido de sodio y en condiciones básicas aumenta considerablemente su velocidad de oxidación por lo que debe evitarse el tratamiento prolongado de álcalis concentrados.

2. Estructura Química

Según Valencia (1995), generalmente presenta una configuración trans pero al exponerse a la luz ultravioleta pueden pasar al isómero con la configuración cis. Las reacciones de esta estructura básica son los diferentes patrones de hidroxilación o de metoxilación del anillo y también al modificar el grupo carboxilo por esterificación o reducción a un aldehído o alcohol.

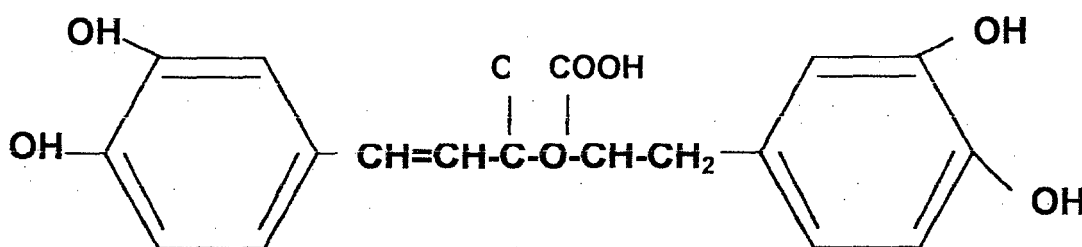


Fig. 2: Acido Rosmarínico (*Rosmarinus Officinalis*)

Según Martínez *et.al* (2000), los flavonoles poseen una gran capacidad antioxidante como resultado de su estructura química así el grupo o - difenol en el anillo B, el doble enlace en las posiciones 2 y 3 conjugadas con la función 4 - oxo, y los grupos hidroxilos en las posiciones 3 y 5, presentan la capacidad para secuestrar radicales.

En la figura 3, a continuación se muestra la estructura química de los flavonoides.

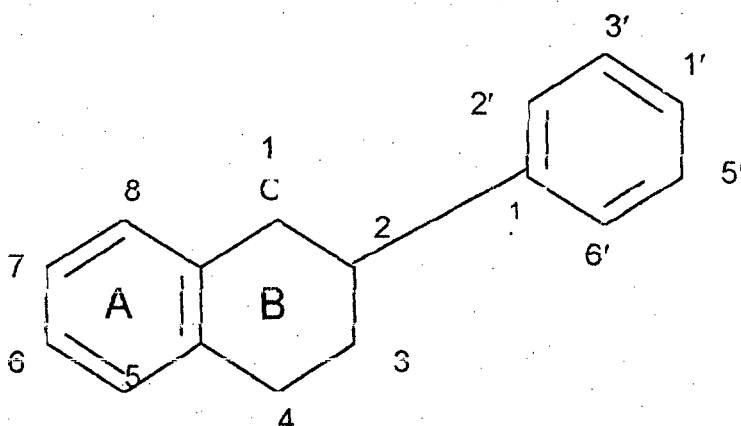


Fig. 3: Estructura química de los Flavonoides

3. Distribución y estado natural

Los flavonoides se encuentran ampliamente distribuidos en plantas verdes (especialmente angiospermas), y solo algunos pocos se han detectado en hongos y algas. Se han encontrado en las diferentes partes de las plantas, especialmente en las partes aéreas; y se les encuentra en

forma libre (también llamados agliconas flavonoides), como glicósidos, como sulfatos y algunas veces como dímeros y polímeros (Sisa, 2001).

4. Propiedades físicas

Las propiedades físicas dependen de la clase de flavonoide considerado y su forma (libre, glicósido ó sulfato). Por ejemplo las flavonas, flavonoles y auronas, debido al sistema conjugado son sólidos con colores que comprenden desde el amarillo muy tenue hasta el rojo. Las flavanonas y flavanonoles debido al carbono quiral C-2 presentan rotación óptica. Los glicósidos son en general sólidos amorfos, mientras que las agliconas y los altamente metoxilados son cristalinos. La solubilidad depende de la forma en que se encuentren y el número y clase de sustituyentes presentes. Los glicósidos, las antocianidinas y los sulfatos son solubles en agua y alcohol. Las agliconas flavonoides altamente hidroxiladas son solubles en alcohol (etanol, metanol y n-butanol), mientras que las poco hidroxiladas lo son en solventes como éter etílico, acetato de etilo y acetona. Las agliconas flavonoides altamente metoxiladas son solubles en solventes menos polares como el éter de petróleo y el cloroformo.

Los flavonoides con hidroxilos fenólicos son solubles en soluciones alcalinas, pero algunos altamente hidroxilados se descomponen por acción de las bases fuertes, un hecho que permite reconocerlos y diferenciarlos de otros, y que hace años se utilizó para su elucidación

estructural. Los glicósidos flavonoides son sólidos amorfos que se funden con descomposición, mientras que las correspondientes agliconas son sólidos cristalinos (Sisa, 2001).

5. Extracción de Flavonoides

Según Lock (1994), los solventes empleados en la extracción de estos compuestos son muy variados y pueden ser desde muy polares como el agua y etanol para glicósidos y agliconas muy hidroxiladas hasta menos polares como éter y cloroformo para flavonas altamente metoxiladas. Es recomendable emplear una sucesión de dos o más solventes, usualmente en el orden lipofílico e hidrofílico; Ejm: Eter de petróleo, benceno, éter etílico, acetato de etilo, alcoholes y finalmente agua aunque en este último caso se presenta la desventaja de su alto punto de ebullición y presión de vapor que dificultan luego al ser removido rápida y completamente el extracto, por otro lado, podrían ser extraídos otros compuestos de alto peso molecular que usualmente interfieren en las subsiguientes etapas de purificación del flavonoide.

6. Cuantificación de fenoles

La caracterización completa de una mezcla requiere el análisis cuantitativo de los constituyentes además el conocimiento de cuales son

estos, se han desarrollado muchas pruebas de coloración y reacciones para determinar la presencia de compuestos particulares, algunas de estas pruebas son características, específicas y sensibles (Valencia, 1995).

D. GENERALIDADES DE EXTRACTOS

1. Definición

En determinadas células de las plantas de las especias existen sustancias aromáticas que influyen sobre el sabor y aroma de los alimentos. Por eso se ha tendido en los últimos años a utilizarlos en sustitución de las especias naturales, y más siendo en forma de extractos, se ha podido comprobar que se hallaban libres de gérmenes. Los componentes portadores de sabores y aromas son manifestación coincidente del metabolismo de plantas, en el participan hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres y fenoles entre otros compuestos (Gerhart, 1975).

2. Propiedades Antioxidativas

Según Tainter y Grenis (1996), desde hace tiempo se sabe que el extracto de romero ejerce acciones antioxidantes en los alimentos que se deben al carnosol, ácido ursólico y al rosmanol. De ellos el de mayor poder antioxidante son el carnosol y el rosmanol. Recientemente se han

caracterizado otros dos diterpenos antioxidativos: El Rosmaridifenol y la Rosmariquinona. Se ha comprobado que son más eficaces que el Butilhidroxianisol (BHA) y el Butilhidroxitolueno (BHT). El carnosol y el ácido ursólico, aislados del romero y con poder antioxidante se ensayaron en 6 cepas de bacterias y levaduras vinculadas por alimentos. Su poder antimicrobiano se comprobó con el BHA y BHT que también poseen actividad antioxidante y antimicrobiana. Se comprobó que el carnosol y el ácido ursólico eran inhibidores eficaces a concentraciones menores que las del extracto de romero. Además el carnosol fue más eficaz que BHA y BHT y el ácido ursólico fue más eficaz que el BHT. Se sugirió que la eficacia se debía a la estructura anillada fenólica de ambos compuestos.

Según Martínez *et.al* (2000), el comportamiento antioxidante de los compuestos fenólicos parece estar relacionado con su capacidad para quelar metales, inhibir la lipoxigenasa y captar radicales libres. Los gérmenes desdoblan las grasas y enrancian así los productos. La carga microbiana y cualquier actividad fermentativa consecuente quedan eliminadas con el empleo de especias esterilizadas o de extractos, prácticamente libre de gérmenes.

Según Gerhart (1975), los extractos deben conservarse al abrigo del aire y de la luz y ser protegidos de pérdidas de color y de procesos autooxidativos. Los extractos tienen la ventaja de que el sabor de sus sustancias se distribuyen por igual en el producto. Los productos cárnicos

manifiestan un aspecto nítido al corte cuando han recibido extractos, y turbio y con variedad de matices, si se han sazonado con especias naturales, probablemente por la presencia de restos celulares.

3. Métodos de preparación de extractos

Según Bruneton (1991), la extracción se realiza generalmente con disolventes de polaridad creciente: La primera extracción con un disolvente apolar arrastra grasas, esteroides y pigmentos; hay que señalar que las genninas permetiladas pueden ser extraídas en esta fase. La segunda extracción con un disolvente un poco más polar (ejemplo: un disolvente clorado o acetato de etilo) permite recuperar las genninas libres poco polares. Aumentando la polaridad del disolvente (ejemplo: acetona, metanol, agua y sus mezclas) extraerán las genninas polihidroxiladas y la mayor parte de los heterósidos. Por último, la extracción con agua hirviendo, arrastrará los heterósidos oligosídicos y los derivados flavónicos (referido taninos). Los principales activos contenidos en las plantas pueden ser extraídos mediante diversas técnicas extractivas o bien pueden ser administrados como tales, tal y como se encuentran en la planta desecada o en la planta fresca. Asimismo el método de extracción utilizado depende del tipo de planta a emplear (caracteres organolépticos), de la concentración de principios activos y de sus propiedades farmacológicas. Según Valencia (1995), las preparaciones

galénicas son la primera etapa en el aislamiento de los principios activos y se obtienen por varias técnicas:

- a. **Infusión:** Consiste en dejar la hierba en contacto con agua fría o caliente poco tiempo (el café es una infusión en caliente).
- b. **Decocción:** Cuando la planta se hierve con agua.
- c. **Maceración:** Es una infusión prolongada a menudo en alcohol acuoso.
- d. **Percolación:** Es una maceración seguida por la adición de disolvente fresco para reemplazar el disolvente que se ha dejado pasar a través de la droga en polvo.
- e. **Extracción continua:** Es una infusión repetida con disolvente caliente

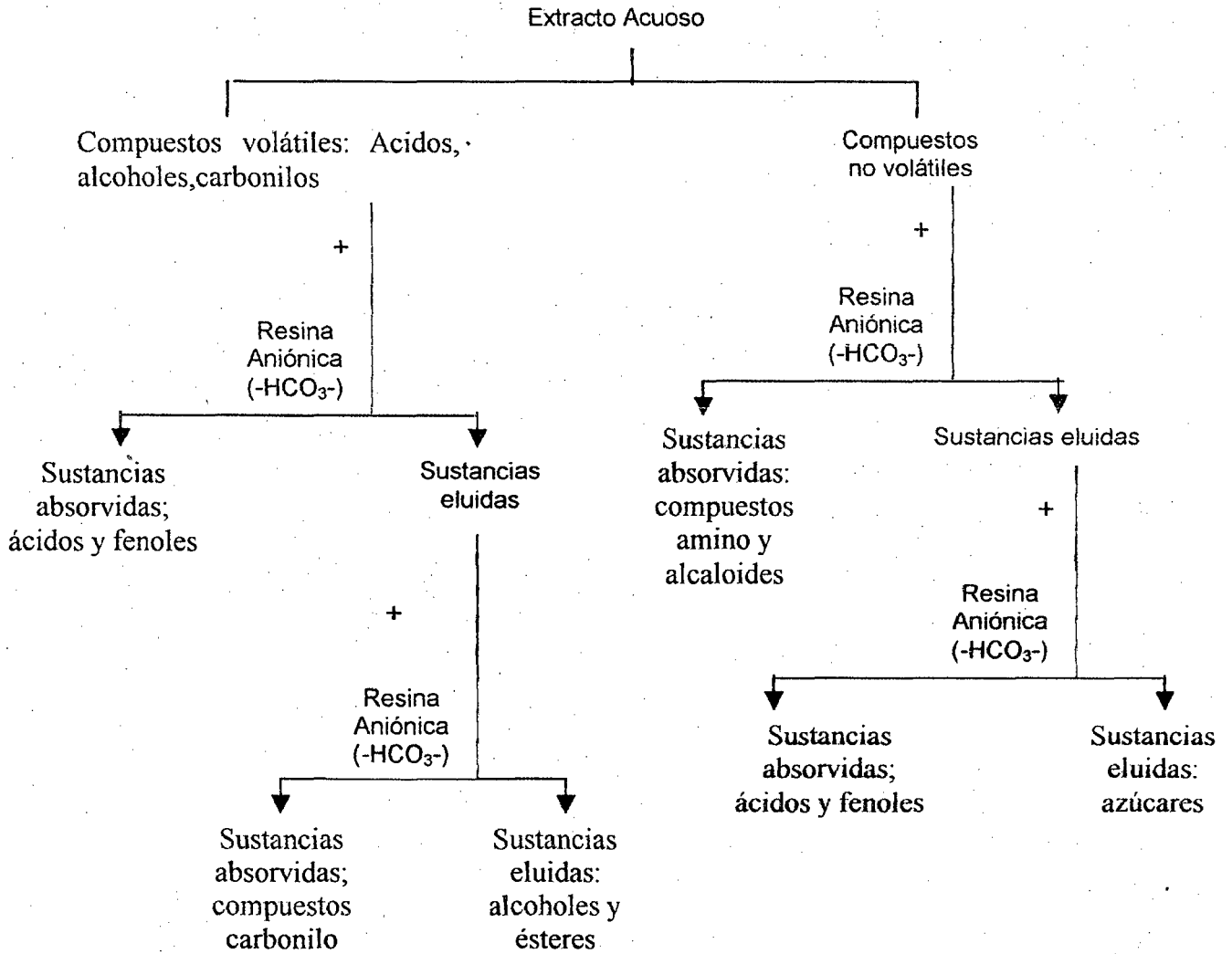


Figura 4: Esquema de los extractos acuosos de las plantas

4. Aplicaciones

Una fuente importante de antioxidantes naturales son las especias, uno de los extractos con actividad antioxidativa más utilizado es el Romero (*Rosmarinus Officinalis*), el cual ha demostrado ser efectivo inhibidor de la formación de peróxidos. Los extractos de Romero son empleados en una gran variedad de productos alimenticios, desde aceites y grasas, hasta alimentos empacados y congelados, cereales y dulces, e incluso aromas y fragancias (Industria Alimenticia, 1998).

Los extractos de Romero en rangos de concentración de 0.02 –0.05% de peso total han sido reportados en la inhibición de oxidación de lípidos en carne cerdo, pavo, pollo y salchichas (Mielche y Betelsen, 1994; Decker y Mei, 1996).

E. GENERALIDADES SOBRE CARNES

1. Definición

Según Díaz de Santos (2000), la carne es la parte muscular comestible de los animales de abasto, sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Asimismo se denomina carne fresca a la que solo ha sufrido las manipulaciones propias del faenado y oreo refrigerado, previos a su distribución y en la que su temperatura de conservación, durante este periodo, ha oscilado entre 1 y 7°C.

El término carne se utiliza con distintos significados. A efectos de tecnología de la carne es conveniente utilizar conceptos diferenciados de las mismas; según esto, la palabra carne adquiere unas veces un sentido genérico, en el que se incluyen todas las partes de los animales de abastos que sirven de alimento para el hombre, mientras que en otras ocasiones se refiere a la musculatura esquelética (Prandl, 1994).

La carne de cerdo tiene una consistencia bastante blanda y es de fibra fina con un color rosa pálido, rosa ó bien gris claro. En el cocinado la carne toma la forma siempre de este color gris claro, a diferencia de los demás tipos de carne, también existe siempre mayor cantidad de grasa externa y entreverada (Fenema, 1993).

Según Lawrie (1977), la carne se define como el tejido muscular de los animales utilizados como alimento. En la práctica se amplía, incluyendo junto a la musculatura, órganos tales como el hígado, riñón, cerebro y otros tejidos comestibles.

2. Composición Química

La composición de la carne de cerdo se presenta a continuación en el cuadro 3.

a. Proteínas

Las proteínas es el mayor componente del cuerpo animal, las proteínas del músculo son trascendentales en los cambios postmortem

involucradas en la transformación de músculo en carne, además de ser la mayor fuente de proteína de alta calidad en la dieta humana (Price, 1994).

Cuadro 3: Composición química en 100 g de carne de cerdo

COMPONENTES QUÍMICOS (%)	PORCINO	
	Graso	Magro
Agua	52.0	71.0
Grasa	32.0	8.0
Sales minerales	0.8	1.0
Proteína	15.0	19.6
Hidratos de carbono	0.2	0.4

Fuente: Eusse (1997)

Las proteínas constituyen el tercer grupo de los macrocomponentes de los sistemas vivos, y por tanto de los alimentos. Las propiedades y funciones de un tipo particular de proteína dependen por completo de la secuencia de sus aminoácidos, que es singular en cada proteína (Coulate, 1998).

Del contenido total de nitrógeno el 95% es proteína y el 5% pequeños péptidos, aminoácidos y otros compuestos. El valor biológico de la proteína de la carne es 0.75 (leche humana = 1, proteína de trigo = 0.5) y la utilización neta de proteína 80 (huevo = 100, harina de trigo 52). La digestibilidad de la proteína de la carne, como de la leche y los

huevos, es 94 – 97%, comparada con 78 – 88% para las proteínas vegetales (Varnam y Sutherland, 1998).

b. Lípidos

La grasa es un componente mayoritario de la canal de los animales de abasto, superado solo por el contenido de agua. Comprende entre 12 – 20% del peso vivo de un cerdo para el mercado. El término grasa animal comprende usualmente todas las especies de lípidos, incluyendo triglicéridos (el tipo dominante), fosfolípidos, esteroides, ésteres de esteroles y otros lípidos. Asimismo la grasa natural se compone principalmente de glicerol esterificado con cadenas de ácidos grasos de un número variable de átomos de carbono (Price, 1994).

La carne tiene contenido de lípidos relativamente alto. Esto tiene importancia en la dieta por el aporte de energía, especialmente para personas que realizan trabajos pesados, o cuando la ingesta global es escasa. (Varnam y Sutherland, 1998).

c. Agua

El agua es el componente más importante de la carne representando más del 75% del peso. El contenido de agua está inversamente relacionado con el contenido de grasa, pero no está afectado por el

contenido de proteína excepto en los animales jóvenes (Varnam y Sutherland, 1998).

Cuantitativamente el agua es el constituyente más importante de la carne y la proporción entre proteína y agua es casi constante en un amplio rango del contenido graso. Esta regla se aplica a la carne de cerdo procedente de animales con un peso vivo al sacrificio de más de 90 Kg en animales jóvenes la relación es menor (Price, 1994).

d. Hidratos de Carbono

Según Prandl (1994), el carbohidrato más abundante del músculo es el glucógeno, el cual constituye el depósito de energía. En estado de reposo, la cantidad de glucógeno presente en el músculo se eleva de 0.5 – 1%. Los azúcares se hallan en cantidades más bajas (0.1 – 0.15%), correspondiendo el 0.1% a la glucosa 6 – fosfato junto con otros azúcares fosforilados. El contenido de glucosa asciende a 10 – 30 mg/100g.

3. Proceso oxidativo de las carnes

La oxidación inicial de la grasa por lo general es lenta y relativamente a una velocidad uniforme. Este se conoce como periodo de inducción. Al final de este periodo, cuando la cantidad de peróxido alcanza un nivel determinado, la velocidad de oxidación se acelera rápidamente. En este

punto o poco después, la grasa principia a tener olor y sabor a rancio (Kirk, *et.al*, 1996).

Las principales causas de deterioro de las grasas son la hidrólisis y la oxidación. Los procesos de oxidación de la grasa, cuyas reacciones están influidas por diversos factores, pueden deberse a la actividad de las lipóxidasas o a otras sustancias (Hart y Fisher, 1991).

Según Decker y Zhimin (1998), la estabilidad oxidativa del músculo esquelético es dependiente de la composición, concentración y reactividad de tres factores: substratos de oxidación, catalizadores de oxidación y antioxidantes. En el tejido vivo, el control de la oxidación es esencial para prevenir la destrucción oxidativa de las membranas lipídicas, proteínas y ácidos nucleicos. Existen numerosos sistemas en el músculo esquelético para mantener el balance entre los factores que controlan las reacciones oxidativas. Sin embargo, durante ciertas operaciones de procesamiento de alimentos musculares, este balance es interrumpido, el control de la oxidación se pierde, y ocurren las modificaciones oxidativas de los componentes de los músculos. Asimismo esta pérdida del control de la oxidación la que causa el rápido desarrollo de sabores y olores extraños en los alimentos musculares procesados.

4. Chuleta

Según Tellez (1992), se define como una expresión generalizada para señalar cortes de carne de cerdo, de la mejor calidad, sabrosos, suaves jugosas, sin tendones ni acumulaciones de tejido conjuntivo. Estas cortes proceden de la región dorso lumbar del animal. Asimismo para el caso de los ovinos se usa la expresión de la chuleta. Los cortes de carne del grupo churrasco son sabrosas, porque tienen fracciones de tejido adiposo intersticial o marmóreo y de cobertura, esta grasa le imprime un sabor muy especial.

Para el caso de los porcinos y ovinos se usa la expresión de chuleta, los cortes de carne del grupo churrasco son sabrosos, porque tienen fracciones de tejido adiposo intersticial y de cobertura, esta grasa le imprime un sabor muy especial (Weinling, 1973).

5. Comercialización de carne fresca

La mayoría de carnes frescas se expenden envasadas en películas de plásticos, que evitan contaminaciones ulteriores procedentes del ambiente, y permiten normalizar y cuantificar el producto, además de darle categoría comercial (Carballo y Lopez, 1991).

Según Eusse (1997), actualmente el mercado de la carne de cerdo está demandando un producto, exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores como son: Comestible,

nutritivo, saludable y el producto debe ser atractivo en apariencia, apetitoso y palatable.

Hablar de este tema no es sencillo, aún es más difícil cuando existe una amplia variabilidad de modalidades. En términos generales bien podríamos decir que la comercialización aún no se ha tecnificado (Téllez, 1992).

La gente por lo general exige un alto contenido magro en las canales porcinos en especial en las piezas más costosas como los lomos y perniles, sino también que el producto reúna una serie de características que permitan producir la calidad más satisfactoria con el mejor rendimiento (Eusse, 1997).

6. Química de la fritura

La fritura es uno de los métodos de preparación de los alimentos más ampliamente utilizados. Por el calentamiento se forman numerosísimos productos, de tal modo que la selectividad de la reacción vía radicales libres se ve desbordada (Belitz y Gross, 1988).

La cantidad de energía térmica que se aplica al tejido muscular en la elaboración y la cocción conduce a importantes cambios en el tejido.

Resulta obvio que a menudo se procede a calentar la carne para destruir algunos de los microorganismos presentes. No obstante, esta operación

tiene otras funciones, una de las cuales es la inactivación de las enzimas (Fennema, 1982).

En el proceso de fritura, el alimento está en contacto con el aceite caliente (a unos 180°C). El producto acabado contiene en general de un 5 a 40% de aceite absorbido por eso la fritura tiene el mayor potencial para producir cambios químicos en la grasa, más que en cualquier otro proceso habitual o manipulación a la que se someta a los alimentos que contienen lípidos.

a. Comportamiento del alimento en la fritura

El alimento a lo largo de la fritura experimenta los siguientes procesos:

- El agua liberada agita el aceite y acelera la hidrólisis, dando lugar a un incremento en la cantidad de ácidos grasos libres.
- Durante la fritura, los compuestos volátiles (por ejemplo, los compuestos azufrados y derivados de la pirazina existentes en la patata) pueden desarrollarse en el alimento por sí mismo o por la interacción entre el alimento y el aceite.
- La presencia de alimentos hace que el aceite se oscurezca más de prisa.

b. Cambios químicos y físicos

- Durante el proceso de fritura se producen diversos cambios físicos y químicos tanto en el aceite como en el alimento, aunque no deben tomarse como signo de deterioro indeseable o perjudicial.
- Los cambios físicos y químicos productos de la fritura están influenciados por un gran número de parámetros, y obviamente los compuestos formados dependen tanto de la composición del aceite como del alimento a freír.
- Otros factores que también influyen son la velocidad de renovación del aceite, la forma de calentamiento (continuo e intermitente) y la posible presencia de antioxidantes (Fennema, 1993).

7. Sistemas de Conservación

a. Empacado al vacío

Según Price (1994), el envasado a vacío es el sistema más importante de envasado y mantenimiento de la calidad natural de productos cárnicos. Con una barrera apropiada contra el O_2 , excluye el aire y el O_2 del envase, exhibiendo consecuentemente el crecimiento de algunos organismos alterantes y extendiendo la vida útil del producto. Se utiliza sistemas de envasado con bolsas y en sistemas "roll stock". Envasar a vacío significa eliminar el aire del envase; esto produce una presión diferencial entre el interior y

exterior del envase en los envases con películas flexibles. Como resultado la película entra en íntimo contacto y se adhiere al producto. Este contacto entre la película impermeable al O_2 y el producto crea un ambiente anaerobio que favorece la conservación del producto.

El empaqueo de productos alimenticios mediante un sistema al vacío logra la meta más importante del empaque: La eliminación de los gases que pueden deteriorar el producto y la propagación de la vida útil. Asimismo el empaquetado al vacío virtualmente elimina el O_2 y todos los gases presentes en el espacio existente entre el producto y la tapa, (Alimentos procesados, 1991).

El éxito de envasado a vacío se deriva de la ausencia casi total de O_2 de envase que retrasa el crecimiento de los microorganismos aerobios alterantes de la carne (Price, 1994).

El envasado a vacío también favorece a la conservación de carne fresca, siendo la forma más predominante de alteración, la acidificación (Varnam y Suthertand, 1998).

El envasado a vacío con unas buenas prácticas de elaboración y una temperatura baja durante el almacenamiento y transporte posibilita que las carnes curadas, incluso en forma fileteada, posean una vida media de 60 días (Price, 1994).

b. Refrigeración

La refrigeración es la técnica de conservación de la carne más ampliamente utilizada; no solo se usa para la comercialización de carne como "fresca" sino que también se emplea, al menos temporalmente, para la carne que se comercializa de otras formas. Del mismo modo la refrigeración conserva el tejido muscular retardando el desarrollo de los microorganismos y lentificando muchas de las reacciones químicas y enzimáticas (Coulter, 1998).

La refrigeración es el principal factor extrínseco y se ha usado ampliamente en la conservación de la carne. Más recientemente, el vacío y la atmósfera modificada han sido ampliamente adaptadas y limitan más el desarrollo de la microflora y así mismo modifican la composición de la misma (Varnam y Sutherland, 1998).

La refrigeración protege al tejido muscular al retrasar el crecimiento de los microorganismos y retardar las reacciones químicas y enzimáticas, en general es aconsejable una temperatura tan baja como sea posible sin llegar a la congelación (Fennema, 1982).

III. MATERIALES Y METODOS

A. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicada en el Distrito de Rupa - Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, a una altitud de 660 m.s.n.m, con un clima tropical húmedo, con una humedad relativa promedio de 84% y una temperatura promedio de 24°C y con variación de 18 - 30 °C.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Espectrofotometría, Semillas, Tecnología de Carnes, Análisis Sensorial y Microbiología de Alimentos.

B. MATERIA PRIMA

- Las hojas de Romero (*Rosmarinus officinalis*) al estado fresco fueron utilizadas como materia prima para preparar el extracto de Romero, la misma que fué adquirida en el mercado de la ciudad de Tingo Maria, provenientes de la ciudad de Huánuco.
- La carne de cerdo en forma de chuleta, fue adquirida en el mercado de abastos, inmediatamente cuando llega al centro de abasto procedente del camal municipal de la Provincia de Leoncio Prado (Tingo María).

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

1. Materiales de laboratorio

- Balones (200, 250 ml)
- Fiolas (25, 50, 100, 250 ml)
- Tubos de ensayo
- Buretas graduadas (25, 50 ml)
- Campanas de desecación
- Probeta (10, 50, 100 ml)
- Papel filtro watman # 42
- Pesa filtro
- Desecadores
- Matraz kitasato de 250 ml
- Matraces Erlenmeyer
- Lunas de reloj
- Varilla de vidrio
- Espátula
- Placas petri
- Balones Micro kjeldhal
- Perlas de vidrio
- Cuerpo soxhlet
- Termómetros (150 °C)

- Vasos de precipitado (50, 100, 200, 250 ml)
- Pipetas graduadas (2, 5, 10, 25 ml)
- Micropipetas (200, 1000, 2000 μ l)
- Crisoles de porcelana (3 y 5 g)
- Embudo de vidrio
- Pinzas
- Gradillas
- Trípode
- Rejilla metálica
- Gradillas
- Soporte Universal
- Sujetadores de balones

2. Equipos de laboratorio y proceso

- Estufa Bacteriológica con termostato para temperatura regulable de 0 -300°C Laboline Instruments Inc. Melrose Park 111.
- Estufa científica, marca Labor Muzeripari, Muvek – Hungría, rango de vacío de 0.0 a 1.0 Kp.cm⁻².
- Balanzas electrónicas, marca Sartorius, sensibilidad 0.1 y 0.0001gr EE.UU.
- Balanza analítica, Galax Ohaus Electronic, Modelo 6160 capacidad 500gr. USA

- Equipo extractor soxhlet
- Equipo de destilado (para TBA)
- Calentador de agua y plataforma de calentamiento.
- Espectrofotómetro molecular Shimadzu, rango fotométrico 200
- Mufla marca Heracus Type 170. Hasta 1000°C . 220V. USA.
- Refrigerador
- Digestor eléctrico micro kjeldhal
- Cocina eléctrica
- Empacadora a vacío marca Multivac . Tip. A 300/16. Germany
- Bolsas de Polietileno par empacado al vacío con 60% de porosidad
- Cocina a gas marca American (Surge), con balón de 26 libras.
- pH - metro Marca Scott, Modelo pH - meter C6 840, digital 220 V.
- Espectrofotómetro de luz visible, Modelo 20D (Milton Roy C Company, New York. USA)

3. Reactivos y soluciones

- Hidróxido de Na (0.1 N y 1.25%)
- Agua destilada
- TBA (mg de aldehído malónico / Kg de muestra)
- Acido clorhídrico 4M a 0,02 N.
- Acido Acético Glacial 90 %
- Acido Sulfúrico Q.P. 1.25 %

- Fenolftaleina 1%
- Hexano
- Etanol 96 ° GL
- Agar para Recuento Estandar en Placa
- Métodos de cultivo para análisis microbiológico
- Sal (Cloruro de Sodio)
- Alcohol Etilico 50 %
- Cloruro Férrico 10%

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Los métodos de análisis se realizaron como se indica a continuación:

1. **Humedad:** Se determinó en una estufa a vacío a 60 °C durante 3 horas, método recomendado por AOAC (1995).
2. **Cenizas Totales:** Se utilizó el método por incineración de la materia orgánica 500 – 600°C el método recomendado por la AOAC (1995), 923,03.
3. **Proteína:** Se utilizó el método microkjeldahl AOAC (1997), 976,05 que consiste en la determinación del nitrógeno total, luego a este valor se le multiplica por 6,25.
4. **Grasa:** El porcentaje de grasa se determinó por el método de Soxhelt, utilizando hexano como solvente, según la AOAC (1997), 991,36.

5. **Fibra Bruta:** Se utilizó el método descrito por Hart y Fisher, método 1,11,A.
6. **Carbohidratos:** Se determinó por diferencia de los demás componentes (Hart y Fisher, 1991).
7. **Minerales:** El método seguido para la determinación de estos elementos fue por espectrofotometría de absorción atómica recomendado por la AOAC (1995), los códigos del método de cada elemento ha ser determinado se describe a continuación: Calcio y Magnesio 991,25, Sodio 976,35; Potasio 986,15; Hierro 990,05; Cobre 960,40; Zinc 969,39; Manganeso 930,34 y Fósforo por el método descrito por Harris y Popat, citado por la A.O.A.C (1995).
8. **Extracto Acuoso:** El método utilizado es el método E9 recomendado por (Lees, 1982).
9. **Evaluación de la capacidad antioxidativa:** El método utilizado es el DPPH (1,1 – diphenyl – 2 – picrilhidrazyl, por espectrofotometría de la luz visible (longitud de onda a 515 nm), según (Brand, 1995). Este método consiste en el secuestro del radical libre de DPPH in vitro, haciendo reaccionar el extracto de romero con la solución estandar de DPPH (100 μ M). Registrando la absorvancia cada minuto, siendo registradas por 15 minutos con el fin de evaluar su estabilidad.
10. **Polifenoles:** Se utilizó el método de espectrofotometria de luz visible (longitud de onda a 720nm), descrito por Price y Butler (1977).

11. TBA (mg de aldehído malónico/kg de muestra): El método seguido es recomendado por Kirk *et al* (1996), se fundamenta en el incremento de la cantidad de pigmento rojo que se forma en la reacción entre el ácido 2 tiobarbitúrico (TBA) y los lípidos oxidados, a medida que la rancidez oxidativa avanza. Este método adolece de algunas fallas como la presencia de sacarosa y de ácidos, y el malonaldehído reacciona con proteínas lo que reduce su concentración real para su determinación. Se macera 10 g, de alimento graso (carne de cerdo, pescado, mantecas, etc) con 50ml de agua durante 2 minutos y se lava en un matraz de destilación con 47,5ml de agua. Se agrega 2,5ml de ácido clorhídrico 4M, para alcanzar el pH de 1,5 seguido de un antiespumante y algunas perlas de vidrio para evitar una ebullición tumultuosa. El matraz se calienta con una cocina o manta eléctrica de manera que se recolecta 50ml de destilado en 10 minutos, a partir que comience la ebullición. Se pipetea 5ml el destilado en un tubo de vidrio con tapón, se agrega 5ml de reactivo TBA (0.2883 gr/100ml de ácido acético al 90%), se tapa se agita y calienta con agua a ebullición durante 35 minutos. Se prepara un testigo de manera similar con 5ml de agua y 5ml de reactivo. Después enfriar los tubos en agua durante 10 minutos y se determina la absorvancia (D) comparando con un testigo a 538nm en celda de 1cm.

$$\text{TBA (mg de aldehído malónico/kg de muestra)} = 7,8 * D$$

- 12. Acidez:** Para este análisis se utilizó el método descrito por el ITINTEC (1975), Norma Nacional 201,07, mencionado por (Kirk, 1996).
- 13. PH:** Para este análisis se utilizó el método del ITINTEC (1975), Norma Nacional 201,07. mencionado por (Kirk, 1996).
- 14. Análisis Microbiológico:** Para los respectivos análisis realizados como son Recuento de Microorganismos Aerobios Viables (NMAV) y Recuento de Mohos y Levaduras se utilizó el método descrito por la ICMSF (1983).

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

1. Caracterización de la Materia Prima

a. Componentes de las hojas de Romero

Se realizó el análisis químico proximal, análisis de componentes y minerales siguiendo los métodos ya descritos en métodos de análisis para caracterizarla materia prima.

b. Componentes de la carne de cerdo

Para la carne de cerdo tanto cruda como para la carne cocida, se realizó los análisis fisicoquímicos que han sido descritos en los métodos de análisis.

2. Obtención y caracterización del extracto de Romero

a. Obtención del extracto acuoso

Para obtener el extracto acuoso en el presente trabajo de investigación se optó por el siguiente flujograma:

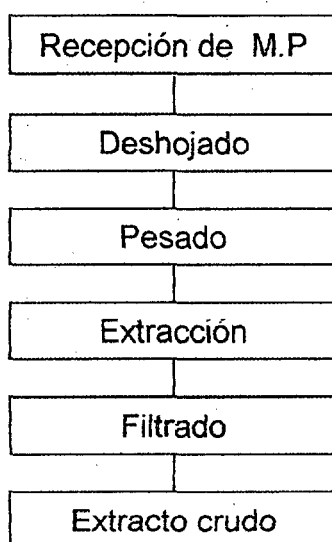


Fig. 5: Flujograma para la obtención de extracto de romero

b. Evaluación Físico químico del extracto de Romero

Se realizarán los análisis de humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra bruta, según los métodos ya descritos en los métodos de análisis.

c. Análisis de minerales del extracto de romero

Se realizaron los análisis de macro y micro nutrientes según los métodos indicados en los métodos de análisis.

d. Evaluación de la capacidad antioxidativa del extracto de romero

Para la evaluación de la capacidad antioxidativa se realizó las siguientes evaluaciones:

1) Evaluación de la cinética de inhibición del radical libre, DPPH

Para la determinación del porcentaje de inhibición se preparó con la muestra (extracto de Romero), diferentes concentraciones de 5, 10, 15, 25, 30, 40 $\mu\text{g/ml}$, luego con las lecturas de las absorbancias ($\lambda = 720\text{nm}$) se calcula el porcentaje de inhibición, que se determinó teniendo como base los datos provenientes del espectrofotómetro como se indica en la cartilla (A – I).

2) Determinación del coeficiente de inhibición (IC50)

Mediante el gráfico concentración versus porcentajes de inhibición, se obtuvo la curva de ajuste, mediante el cual se estimó el IC50. Para lo cual se tuvo que recurrir a una ecuación lineal con la finalidad de realizar los cálculos correspondientes.

e. Determinación de Polifenoles.

La prueba realizada para determinar los polifenoles se realizó por espectrofotometría de luz visible, utilizándose concentraciones de 0,001, 0,0008, 0,0006, 0,0004, 0,0003, 0,0002 molar para la curva estándar, tal como se indica en los métodos de análisis.

3. Estudio de la aplicación del extracto en chuleta de cerdo

a. Evaluación físico química durante el Almacenamiento

La determinación fisicoquímica en el almacenamiento de la aplicación de extracto de romero en chuleta de cerdo, se realizó de acuerdo a la figura 5, se evaluó por espacio de 27 días, los análisis realizados durante este tiempo fueron: TBA (mg de aldehído malónico/Kg de muestra), Acidez y pH. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 repeticiones. Para los niveles donde exista significación estadística se empleó la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

b. Evaluación del Análisis Sensorial

La evaluación sensorial fue para medir la actividad antioxidativa del extracto de Romero en carne cruda y cocida, almacenada por espacio de 27 días, para los atributos de color y olor se siguió la cartilla (A – II) y para los atributos de olor y sabor se utilizó la cartilla (A – III), el

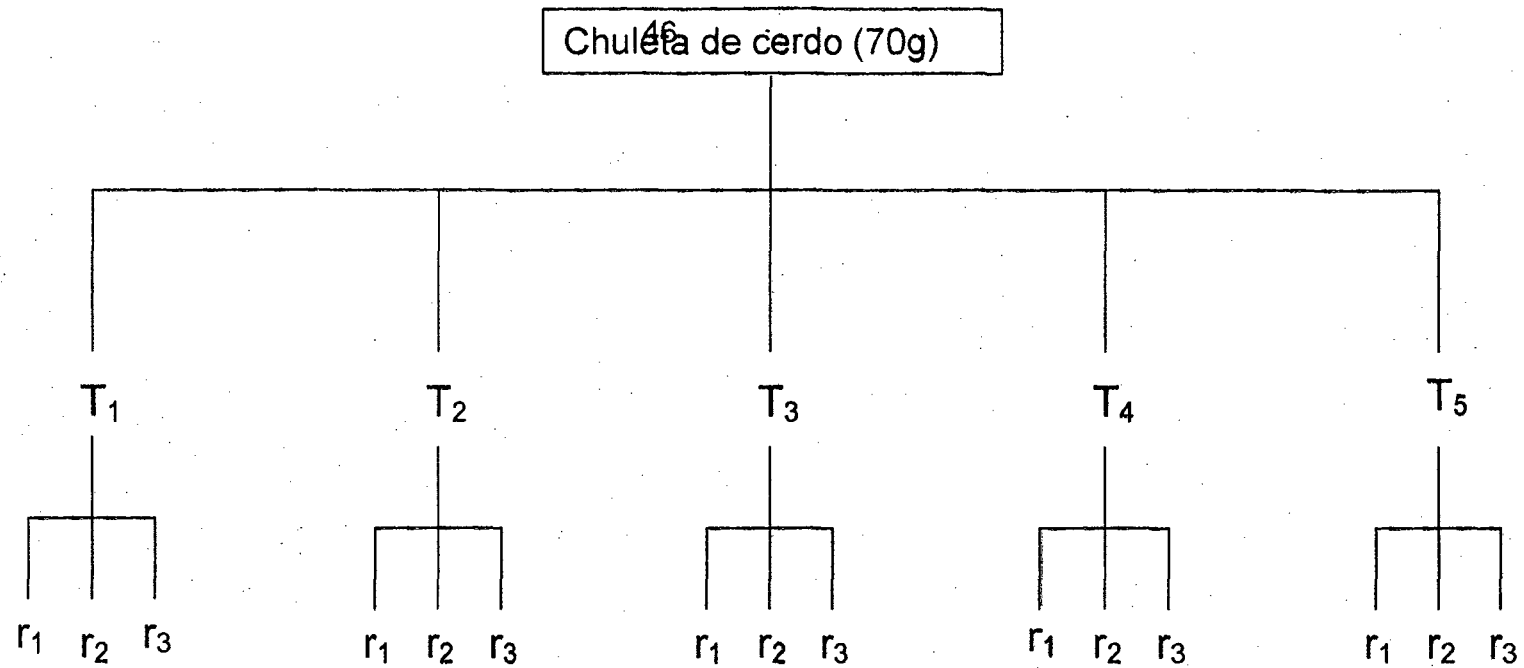
diseño aplicado fue el de comparaciones múltiples de Friedman propuesto por (Ureña y Arrigo, 1999). La prueba se construye de forma que las k unidades experimentales dentro de un bloque se comparan aleatoriamente con los k tratamientos administrados por una sola vez dentro de cada bloque.

De esta manera los tratamientos pueden compararse uno con el otro sin obtener grandes efectos no deseables que pueden confundir los resultados de la experimentación. El número total de bloques usados es denotado por n , siendo $n > 1$.

Para los 5 tratamientos, tanto para carne cruda como cocida, se utilizó la cartilla (A – IV), se utilizó el diseño 11,2, Tipo V descrito por Cochran y Cox (1974), donde: $t = 5$, $k = 2$, $r = 4$, $b = 10$, $\lambda = 1$, $E = 0.62$.

c. Evaluación microbiológica

El análisis microbiológico se realizó a los 0, 15 y 25 días de almacenamiento realizándose el análisis de Numeración de microorganismos aerobios viables y a los 25 días de almacenamiento también se realizó el análisis de mohos y levaduras, ambos métodos han sido descritos en los métodos de análisis.



Leyenda:

T₁ = SA = Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂ = CA = Carne de cerdo cruda con antioxidante

T₃ = FSA = Carne frita de cerdo sin antioxidante

T₄ = AAF = Carne frita de cerdo con antioxidante, antes de la fritura.

T₅ = ADF = Carne frita con antioxidante, después de la fritura.

Donde:

r₁, r₂, r₃: Son las repeticiones realizadas para cada tratamiento

Figura 6: Diagrama experimental para evaluar la capacidad antioxidante del extracto de romero tomando como parámetros de análisis de tba, acidez, pH, sensorial y microbiológico

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

1. Componentes de las hojas de Romero

En el cuadro 4, se presentan los resultados de la composición química proximal en base húmeda, de las hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*).

Cuadro 4: Composición Químico proximal de las hojas de Romero

Componentes (%)	Promedio
Humedad	17,35±0,15
Ceniza	5,27±0,05
Proteínas (N*6.25)	4,51±0,04
Grasa	13,93±0,04
Fibra bruta	17,66±0,09
Carbohidratos	41,28±0,12

Estos valores reportan el promedio± SEM de 3 repeticiones para cada análisis

El contenido de humedad para las hojas de Romero fue de 17,35%, este valor es mayor a 9,3% reportado por (Tainter y Grenis, 1996), esto puede ser debido a que la cantidad de materia inerte que acompaña al protoplasma vivo y al grado de actividad vital es mayor; asimismo existen variaciones debidas a la diversa humedad relativa equilibrante,

que hace variar mucho el contenido hídrico relativo con la humedad del medio ambiente (Bidwell, 1979).

El contenido de ceniza para las hojas de Romero fue de 5,27%, este valor es inferior al rango 6 – 6,53% indicado por (Tainter y Grenis, 1996), esto puede ser debido a que se producen pérdidas por volatilización o alguna interacción entre componentes (Kirk *et.al*, 1996). Por otro lado (Gil, 1995), indica que la cantidad de cenizas varía apreciablemente según las especies, ya que indudablemente, existe un control genético del contenido salino, del mismo modo las plantas de suelos escasos en nutrientes, sobre todo si estos son ácidos y lavados son pobres en cenizas.

Para el caso de Proteínas se obtuvo 4,58% el mismo que se encuentra dentro del rango 4,5 – 4,88% indicado por (Tainter y Grenis, 1996 y Sung, 2000). Al respecto Bidwell (1979), indica que en general las hojas desprendidas no muestran aumento en su contenido protéico, sin embargo continúan con la producción de proteínas.

El resultado de grasa fué 13,95%, este valor es menor a 15,2%, reportado por Sung (2000), del mismo modo Tainter y Grenis (1996) indica valores de 15,22 – 17,4%. Esto puede ser debido a que mientras los suministros de nitrógeno se hallan en la zona sub óptima, la asimilación del mismo determina el incremento de proteína y crecimiento en general, con lo que aumenta el índice foliar y consiguientemente las tasas fotosintéticas de

modo proporcional van incrementándose las rutas sintéticas de glúcidos y lípidos (Bidwell, 1979). Otro factor puede ser la temperatura, ya que los ambientes fríos son más abundantes en ácidos grasos insaturados de membrana que en los ambientes más cálidos (Gil, 1995). Por otro lado (Badui, 1994) menciona que los ácidos grasos saturados son menos sensibles a la oxidación que los ácidos grasos insaturados siendo almacenados con mayor facilidad.

Con respecto al contenido de fibra bruta se obtuvo 17,66%, encontrándose este dentro del valor 17 – 18% indicado por (Sung, 1998; Tainter, 1996). La fibra es un filamento que forma parte de un tejido animal o vegetal como celulosa, hemicelulosa y pectina (Badui, 1994).

El contenido de carbohidratos fué 41,28%, el cual se obtuvo por diferencia. Rojas (1985), indica que de las sustancias elaboradas que se transportan en las plantas unas nueve décimas son hidratos de carbono; son el grupo de glucósidos (grupo de hidratos de carbono compuesto). Por otro lado Robinson (1991), indica que el contenido de fibra bruta y carbohidratos totales que contienen se debe a la naturaleza protectora y de reserva que se forma en las cortezas de las plantas (celulosa, hemicelulosa y lignina).

En el cuadro 5, se presentan los valores del contenido de mineral de las hojas de romero, los cuales se obtuvieron luego de realizar las diluciones necesarias para obtener concentraciones del rango de trabajo.

De los valores obtenidos para calcio se tiene 2640,67 $\mu\text{g/ml}$ este valor obtenido es superior al valor 1650 $\mu\text{g/ml}$ indicado por (Tainter y Grenis, 1996), esto puede ser debido a una adición exagerada de cal ó al pH del suelo tal como lo indica (Binkley, 1993).

Cuadro 5: Componentes Minerales de las Hojas de Romero

Componentes	Promedio (ppm)
Ca ²⁺	2640,67 \pm 11,547
Mg ²⁺	1200,00 \pm 11,547
Na ²⁺	16,50 \pm 0,577
Cu ²⁺	3,85 \pm 0,058
Fe ²⁺	213,80 \pm 5,292
Mn ²⁺	10,40 \pm 0,850
K ⁺	1070,00 \pm 3,055
Zn ²⁺	16,70 \pm 0,577
P	96,00 \pm 0,569

Estos valores reportan el promedio \pm SEM de 3 repeticiones

Para el magnesio se obtuvo 1200 $\mu\text{g/ml}$, siendo este valor mayor que 428 $\mu\text{g/ml}$. Esto puede ser debido a que los minerales del suelo, la materia orgánica, los fertilizantes y la caliza doomítica, son las fuentes del magnesio (Mg), que ayudan a la fertilización de las plantas. Asimismo se absorbe en forma de catión Mg²⁺, pudiendo así traslocarse desde las

porciones caducas hasta las porciones jóvenes de la planta en caso de necesidad (Parker, 2000).

El contenido en sodio obtenido fué de 16,50 $\mu\text{g/ml}$, este valor es mayor a 11 $\mu\text{g/ml}$, indicado por Tainter y Grenis (1996), esto puede ser debido a que aquellas plantas que responden al sodio tienden a acumular grandes cantidades, asimismo existen referencias que este elemento sustituye al potasio en caso de deficiencia tal como lo menciona Bidwell (1979).

El contenido en cobre fué 3,85 $\mu\text{g/ml}$, las plantas necesitan solamente de algunos microgramos de este elemento por gramo de follaje, (Binkley, 1993).

La cantidad de hierro obtenido fué de 213,80 $\mu\text{g/ml}$ siendo este valor mayor a 28,1 $\mu\text{g/ml}$ indicado por (Tainter y Grenis, 1996), esto puede ser debido al factor suelo (Donahue *et. al*, 1994),

El valor obtenido para el Manganeso fué 10,40 $\mu\text{g/ml}$, la disponibilidad de este elemento está estrechamente relacionada con la reacción del suelo (pH), Donahue *et. al* (1994). Asimismo el Manganeso está ampliamente relacionada con el grado de acidez del suelo, ya que normalmente las plantas deficientes en Mn^{2+} crecen en suelos ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos (Parker, 2000).

El contenido de potasio obtenido fué de 1070 $\mu\text{g/ml}$, siendo este valor igual al reportado por (Tainter y Grenis, 1996).

El contenido de Zinc fué de 16,7 $\mu\text{g/ml}$, siendo este valor mayor a 4,7 $\mu\text{g/ml}$ indicado por (Tainter y Grenis, 1996). Frecuentemente aumentan cuando la parte superior del suelo ha sido removida por labores de nivelación para riegos y drenajes (Donahue *et.al*, 1994)

El valor obtenido para el fósforo fué 96 $\mu\text{g/ml}$, dicho valor es menor a 98 $\mu\text{g/ml}$ indicado por (Tainter y Grenis, 1996), esto puede ser debido a que el fósforo en la mayoría de los suelos es bajo y no está realmente disponible para las plantas, asimismo el frío disminuye la descomposición de la materia orgánica y la consecuente liberación de fosfatos (Donahue *et.al*, 1994).

2. Componentes de la carne de cerdo

En el cuadro 6 se presenta los resultados de los análisis químico proximal en carne de cerdo cruda y cocida, para cada muestra se realizó tres repeticiones.

Para la carne de cerdo cruda, la humedad fué 72,61%, Price (1994), reporta un valor de 72,3%, siendo mínima la diferencia y esto puede ser debido a que el agua de la carne esta asociada con el tejido muscular y las proteínas tienen un papel central en el mecanismo de unión del agua; del mismo modo el contenido de agua esta relacionado inversamente con el contenido de grasa (Varnam y Shutertand, 1998). Por otro lado,

Price (1994), indica que el contenido de agua varia con el de grasa es así que si el contenido de agua aumenta el de grasa disminuye.

Cuadro 6: Composición Fisicoquímica de Carne de cerdo en B.H

Componentes	Carne cruda	Carne cocida
Humedad (%)	72,61±0,56	44,21±0,57
Ceniza (%)	1,03±0,04	1,40±0,22
Proteínas (%)	18,67±0,04	20,56±0,11
Grasa (%)	7,13±0,16	9,00±0,19
Carbohidratos (%)	0,56	0,002
TBA(mg malonaldehído/kg muestra)	0,078±0,06	0,098±0,08
NMAV (u.f.c/ml)	2,73*10 ³	1,4*10 ³

Estos valores reportan el promedio± SEM de 3 repeticiones para cada análisis

Para la ceniza el valor obtenido en carne de cerdo cruda fué de 1,03%, encontrándose este valor dentro del promedio 0,9 – 1,1% indicado por (Price,1994 ; Varnam y Suthertand,1998). El valor de las cenizas se puede considerar como una medida general de calidad, puesto que un contenido elevado de cenizas o de cenizas insolubles en ácido por lo general sugiere que la calidad es inferior (Kirk,*et.al*, 1996).

Para la proteína en carne cruda, se obtuvo un valor de 18,67%, el cual se encuentra dentro del rango 18,4 – 20,1%, indicado por (Price,1994). Según Coultate (1998), indica que las propiedades funcionales de un tipo

particular de proteína dependen por completo de la secuencia de sus aminoácidos que es singular en cada proteína; y que sin duda las proteínas son los constituyentes más importantes de las partes comestibles de los animales proveedores de carne. Según Kirk *et.al*, (1996), el complejo comestible consiste principalmente de actina y miosina.

El contenido de grasa para carne de cerdo fué 7,13%, comparado bibliográficamente con el rango 7,4 – 11,4%, podemos decir que el valor obtenido es ligeramente menor, esto puede ser debido a que estos varían de acuerdo con las especies, con los animales y también de acuerdo con la posición del músculo en el cuerpo, la dieta, la edad, el género, estado sexual y el peso, la dieta tiene importancia especial en los animales no rumiantes (monogástricos) y la composición de los lípidos en los tejidos grasos corporales tiende a reflejar las grasas de las dietas. Esto se aprecia sobre todo en cerdo y animales alimentados con una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados que tienden a tener grasas corporales más blandas (Varnam y Suthertand, 1998). Asimismo Price (1994), asume que esto puede ser debido a factores como la raza, alimentación ó condiciones de manejo.

El contenido de carbohidratos es 0,56%, este valor obtenido se explica puesto que la carne fresca que no ha sufrido el rigor contiene una pequeña cantidad de glucógeno y glucosa, porque la mayor parte se

convirtió en ácido láctico durante el rigor, de tal manera que la carne comercial no posee esencialmente ningún carbohidrato (menos del 1%)(Price, 1994)

Para la carne cocida, el contenido de humedad fué 69,01%, este valor es mayor comparado a 60,30% (en carne asada), indicado por (Price, 1994), quien indica que en cierto modo la pérdida de agua es proporcional a la duración del tratamiento térmico. Asimismo el jugo que se pierde arrastra algunos nutrientes solubles en agua, pero las cantidades son relativamente pequeñas comparadas con el total. Por otro lado (Varnam y Sutherland, 1998), indica que durante el proceso de cocción, los cambios más destacables son la disminución del volúmen del músculo, con la consiguiente pérdida de fluidos.

El contenido de ceniza en la carne cocida fué 1,41% dicho valor se encuentra dentro del rango 0,9 – 1,4%, indicado por (Price, 1994).

Para la proteína el valor obtenido en carne cocida fué 20,53%, este valor es inferior a 27% (carne asada), indicado por Prandl (1994), quien indica que la proteína se desnaturaliza, en un proceso en el que las proteínas solubles se hacen insolubles y pierden parte de humedad. Asimismo las proteínas se hacen más firmes al ser calentadas.

Para la grasa, en carne cocida el valor obtenido fue 9,00%, este valor se halla dentro del rango 7,4 – 11,4% indicado por (Varnam y Sutherland, 1998 y Price, 1994), este porcentaje es mayor que en la carne cruda

puesto que se adhieren cantidades sustanciales de grasa de cocinado a la superficie especialmente si estas son sometidas a procesos de fritura (Price, 1994 y Prandl, 1994).

El contenido de carbohidrato fue 0,02%. Al respecto Price (1994) indica que los carbohidratos se degradan durante el calentamiento; dando lugar a compuestos que están presentes en la fracción volátil del aroma o que reaccionan con otros de la carne calentada para formar otra clase de compuestos volátiles.

B. OBTENCION Y CARACTERIZACION DEL EXTRACTO DE ROMERO

1. Obtención Acuosa del extracto de Romero

La extracción se realizó con 5 g. de muestra, 400 ml de agua destilada, el procedimiento es como se indica en la metodología experimental.

Bruneton (1991), indica que la extracción con agua hirviendo, arrastrará los heterósidos oligosídicos y los derivados flavónicos (referido a taninos).

Como característica general de los flavonoides debemos señalar su solubilidad en agua y en etanol, su carácter fenólico y su intensa absorción en la región ultravioleta y visible del espectro debido a la presencia de sistemas aromáticos y conjugados.

La extracción con agua presenta la desventaja de su alto punto de ebullición y presión de vapor que dificultan luego el ser removido rápida y completamente del extracto, por otro lado, podrían ser extraídos otros

compuestos de alto peso molecular, que usualmente interfieren en las subsiguientes etapas de purificación del flavonoide (Lock, 1994).

2. Determinación fisicoquímica del Extracto de Romero

En el cuadro 7 se reportan los resultados de la composición fisicoquímica del extracto de Romero (*Rossmarinus Officinalis*).

Cuadro 7: Composición Fisicoquímico del Extracto de Romero

Componentes	Promedio
Humedad (%)	88,50±0,50
Ceniza (%)	0,18±0,22
Proteínas (%)	0,35±0,15
Grasa (%)	8,00±0,50
Carbohidratos (%)	2,97±0,22
PH	6,40±0,00

Estos valores reportan el promedio± SEM de 3 repeticiones para cada análisis

El contenido de humedad obtenido fue 88,50%, este valor puede ser atribuido al lugar de colección, donde las interacciones clima, suelo y planta son diferentes, tal como lo reporta (Tyler, 1994). Asimismo el nivel de humedad de las especias también afecta las características de molturación de algunos; los niveles de humedad demasiado bajos también causan problemas en el almacenamiento (Kirk *et.al*, 1996).

ceniza no es necesariamente igual al de los componentes minerales de la muestra original, ya que existen pérdidas por volatilización o cambios por interacción de los constituyentes.

El contenido obtenido en proteína fue 0,35% (Rojas, 1985), menciona que el origen del nitrógeno parte constitutiva de las proteínas es la materia orgánica. El contenido de proteína reportado se debe a las proteínas globulares (enzimas, ciertas hormonas), ácidos nucleicos y compuestos nitrogenados, que cumplen importantes funciones biológicas en todo ser vivo (Bohinski, 1991).

El porcentaje de grasa obtenido fue 8%. Al respecto (Aquino *et al* 1990), indican que el contenido de grasa bruta es atribuido a lípidos derivados, entre ellos esteroides y triterpenos que poseen las plantas.

El contenido de carbohidratos fue 2,97%. En el grupo de compuestos denominados genéricamente carbohidratos, muchos son metabolitos secundarios glicosilados, existiendo en la naturaleza un número impresionante, ya que aumenta la solubilidad de las agliconas en agua y disminuyen su reactividad química (Robinson, 1991).

El valor d pH obtenido fue 6,4 el valor de pH indica la presencia de biomoléculas orgánicas de las hojas en forma iónica, en el extracto acuoso analizado (Vargas *et.al*, 1999).

3. Análisis de minerales del Extracto de Romero

Los valores del cuadro 8, se obtuvieron luego de realizar las diluciones necesarias para obtener concentraciones del rango de trabajo calibrado.

Cuadro 8: Componentes Minerales del Extracto de Romero

Componentes	Promedio ($\mu\text{g/ml}$)
Ca^{2+}	$358,33 \pm 7,64$
Mg^{2+}	$226,67 \pm 1,55$
Na^{2+}	$59,33 \pm 0,67$
Cu^{2+}	$2,65 \pm 0,05$
Fe^{2+}	$5,88 \pm 0,03$
Mn^{2+}	$7,48 \pm 0,43$
K^+	$2680,00 \pm 20,00$
Zn^{2+}	$1,85 \pm 0,00$
P	$73,70 \pm 0,20$

Estos valores reportan el promedio \pm SEM de 3 repeticiones

El contenido de Ca^{2+} para el extracto de romero fué 0,36%, este valor se encuentra dentro del rango 0,04 – 7% para plantas en general tal como lo reporta (Lachica, 1985). Según Zavaleta (1992) el calcio es componente principal de la pared celular, juega un rol importante en estructura, permeabilidad de la membrana y selectividad de absorción. Por otro lado Jacob (1973), indica que de acuerdo a sus funciones la mayor parte del calcio se encuentra en estado soluble o bien formando compuestos poco

estables con los coloides del plasma, es probable que parte de ello se encuentre en el extracto tal como lo reportan los resultados obtenidos.

El valor de magnesio obtenido fue 0,23%, siendo este valor un poco más elevado a 0,05 – 2% reportado por (Lachica, 1985). Parker (2000), aporta que el magnesio se encuentra en la clorofila de todas las plantas verdes y es esencial para la fotosíntesis. Asimismo el magnesio actúa como catión bivalente (Mg^{2+}) y se encuentra fijado en los lugares de intercambio, como el calcio (Ca^{2+}) y el potasio (K^+). Por otro lado Bidwell (1979), indica que el contenido de magnesio se encuentra disuelto en el jugo celular, pudiendo trasladarse fácilmente por la planta.

Para el sodio se obtuvo 58,30 $\mu g/ml$, este resultado es mayor al obtenido en el análisis de hojas (16,50 $\mu g/ml$), esto puede ser debido a una posible contaminación con el agua, puesto que el sodio ocupa el sexto lugar entre los elementos más abundantes y se encuentran en la mayoría de las aguas naturales (Apha, 1992).

El contenido de cobre fue de 2,69 $\mu g/ml$, en la nutrición humana este elemento es de importancia puesto que es un activador de enzimas, asimismo facilita la absorción y transferencia del Fe desde el almacenamiento hepático hacia la transferrina (Paredes, 1993).

La cantidad de Fe fue de 5,90 $\mu g/ml$, a lo que Bidwell (1979) menciona que el Fe posee baja capacidad de traslocación en la planta, además su deficiencia puede ser compensado con un incremento de oxidasas no

férricas cuya acción puede reemplazarse parcialmente con la de los enzimas respiratorios que contienen hierro. Asimismo participa en la síntesis de plantas y en las enzimas para la transferencia de electrones (Zavaleta, 1992).

El contenido de Mn^{2+} fue 7,3 $\mu g/ml$. Al respecto (Zavaleta, 1992), menciona que el manganeso es un catalizador en las reacciones de oxidación y reducción. Asimismo (Devlin, 1976), indica que el manganeso puede ser sustituido por otros cationes divalentes, como el Mg^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} y Fe^{2+} , siendo la sustitución más frecuente por el magnesio.

El contenido de K fue de 2680 $\mu g/ml$, dicho valor duplica al valor obtenido en el análisis de las hojas (1070 $\mu g/ml$), esto puede ser debido a una contaminación del agua, puesto que el potasio es uno de los elementos que abunda en el agua (American Society, 1994). Asimismo el agua a utilizar para la extracción deberá ser blanda para evitar posible contaminación de restos de minerales como Na^{2+} , K^+ , Ca^{2+} (Fennema, 1993).

El valor de Zn^{2+} obtenido es 1,85 $\mu g/ml$. El zinc es un mineral antioxidante que interviene en el metabolismo SOD (superóxido dimutasa), enzima que se encuentra dentro de las células, remueve los radicales superóxido, necesita la presencia de Zinc y vitamina E, entre otras funciones (Sapetti, 2000). Por otro lado (Paredes, 1993), indica que desde el punto de vista nutricional este elemento es de importancia, porque cumple funciones

enzimáticas, en la síntesis protéica, curación de heridas, en la movilización de la vitamina "A" desde su depósito en el hígado, debido a que forma parte de la retinol - reductasa. Asimismo algunos metales, como selenio, cobre, zinc y magnesio, que en ocasiones forman parte de la estructura molecular de las enzimas antioxidantes, también son fundamentales en este mecanismo de protección celular (Ciencia Hoy, 1998).

El resultado obtenido para fósforo fue 73,50 $\mu\text{g/ml}$, Según Coultate (1998), el fósforo es un componente de todos los seres vivos, en los que se encuentra tanto en forma de fosfatos inorgánicos, como de ésteres inorgánicos.

4. Evaluación de la capacidad antioxidativa del extracto de Romero

La capacidad antioxidativa del extracto de Romero fué evaluada mediante la acción de inhibir el radical libre DPPH.

a. Determinación de la cinética de inhibición del radical libre, DPPH

Las soluciones del extracto de Romero al reaccionar con el radical libre (DPPH), durante 15 minutos mostraron diferentes absorvancias, como se muestra en (A - I); se puede observar que la capacidad de inhibición tiene una relación directa con la concentración, tal como se observa en el cuadro 9 y figura 7.

Cuadro 9: Efecto del extracto de Romero en la inhibición de DPPH

Concentración(ug/ml)	Absor (515nm)	Inhibición (%)
0	0,975	N.D ²
5	0,966	1,6545
10	0,869	11,9309
15	0,644	35,5667
25	0,514	48,2068
30	0,467	51,1869
40	0,224	78,8305

Los valores representan % de inhibición proveniente de los experimentos, cada uno analizado por triplicado.

N.D² representa la absorbancia del DPPH (100 μ M) como control sin reaccionar con el extracto de Romero.

Se puede observar que a mayor concentración del extracto de Romero existe una menor absorbancia. Al respecto Walton (1983), menciona que existen desviaciones de la ley de Beer en la que se basa la absorción de la luz; a causa de la reacción de las especies absorbentes de luz, este efecto se puede distinguir mejor en la siguiente figura:

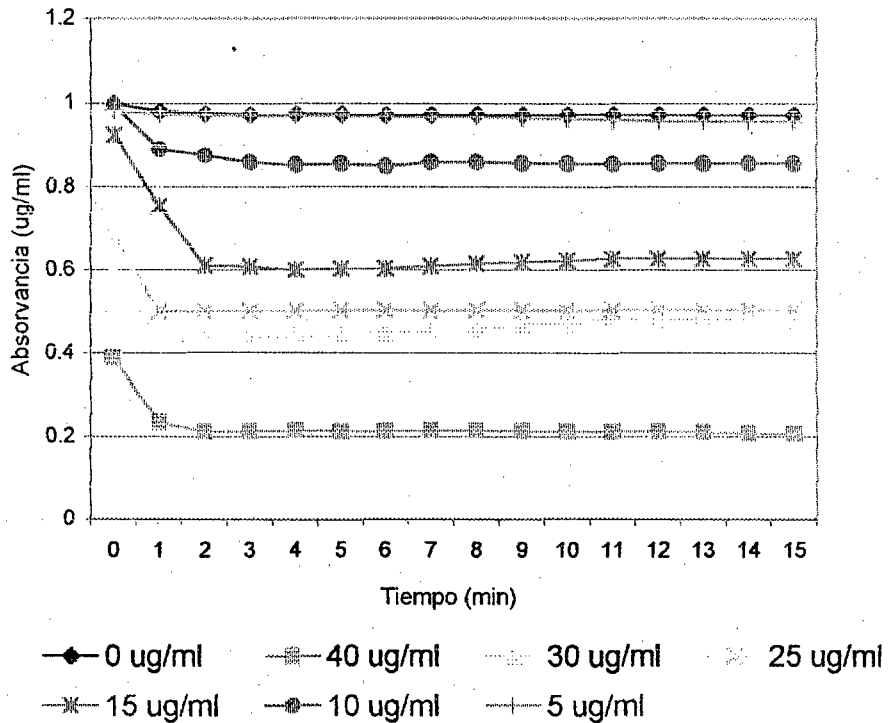


Figura 7: Curvas de degradación de DPPH por acción del extracto de romero

Al efectuarse la comparación entre el resultado obtenido en el extracto acuoso de *Rosmarinus Officinallis*, se puede observar que presenta una menor concentración (40 $\mu\text{g/ml}$), es decir es más eficiente en su capacidad para inhibir DPPH, requiriéndose menor cantidad de extracto acuoso de extracto de Romero, mientras que con el extracto acuoso de hoja fresca de Uña de gato (*Uncaria tomentosa*), se requiere (1000 $\mu\text{g/ml}$) de extracto acuoso de *Uncaria tomentosa* para alcanzar IC50, tal como lo indica (Garcia, 2000).

b. Determinación del Coeficiente de Inhibición (IC_{50})

La curva ajustada para estimar el coeficiente de inhibición (IC_{50}), fué la ecuación lineal (figura 8), en la capacidad de inhibir el 50% el radical libre de DPPH, se obtuvo un valor de 21,56 $\mu\text{g/ml}$.

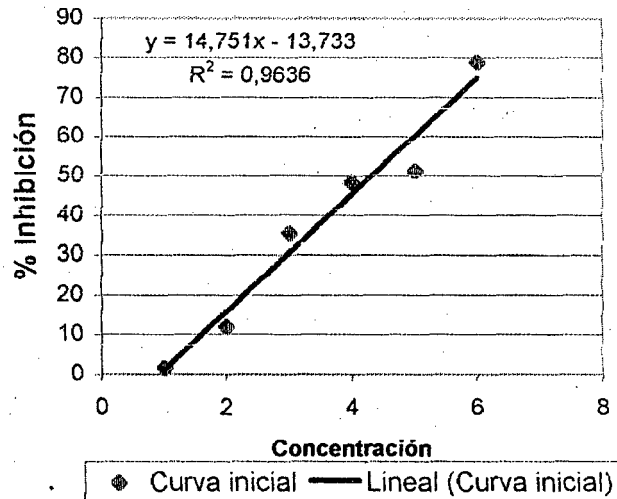


Figura 8: Porcentaje de Inhibición del Extracto de romero

El porcentaje de inhibición obtenido en extracto de Romero fué 21,56 $\mu\text{g/ml}$, comparando este resultado, con el extracto acuoso de Uña de gato (*Uncaria tomentosa*) que requiere 47,741 $\mu\text{g/ml}$ para inhibir 50% del DPPH, reportado por (García, 2000), esto indica que se requiere menor cantidad de extracto acuoso de romero para alcanzar el IC_{50} .

Brand *et al* (1995), menciona que el IC_{50} es el coeficiente de inhibición, para que un compuesto inhiba el 50% de los radicales libres (DPPH) en un tiempo determinado.

Keith (1994), menciona que el rendimiento que alcance una planta ya sea en frutas, resinas, hojas, etc depende de una serie de factores, unas son inherentes al vegetal mismo y están relacionadas con las características del suelo, las condiciones meteorológicas y la técnica agronómica.

Meza (1999) supone que probablemente haya mayor dilución debido al porcentaje del contenido de agua y disminución de la concentración o pureza de los metabolitos secundarios.

5. Determinación de Polifenoles en extracto de Romero

Los resultados de polifenoles se muestran en el cuadro 10 y figura 9, como se puede observar, se tiene una máxima concentración 1mM de ácido gálico, luego se procedió a realizar las lecturas correspondientes en el espectrofotometro de luz visible, a una longitud de onda de 720 nm.

Cuadro 10: Determinación de Polifenoles en extracto de Romero

Concentración (mM)	Abs (ug/ml)
0.2	1,055
0.3	1,227
0.4	1,397
0.6	1,644
0.8	1,9
1	2,129

Estos valores reportan el promedio de 3 repeticiones para cada lectura

De los resultados obtenidos, se alcanzó un $R^2 = 0,9951$, el cual indica el coeficiente de correlación de la curva, siendo el contenido de polifenoles totales 1,295 (mg ácido gálico/100g de hojas de romero).

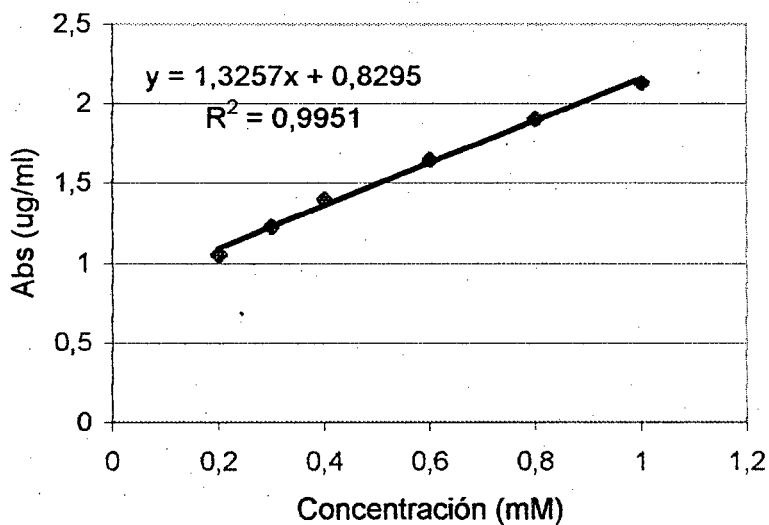


Figura 9: Porcentaje de Inhibición del Extracto de romero

Los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos benzénicos sustituidos por funciones hidroxílicas; se encuentran en muchas plantas, algunas de uso común y por sus propiedades antioxidantes merecen mayor atención (Hernandez y Elio, 1999).

Los compuestos fenólicos se refieren a un grupo de sustancias que poseen en común un anillo aromático con uno o más sustituyentes de hidroxilo, y que ocurren frecuentemente como glicósidos, combinados con

azúcares, son relativamente polares y tienden a ser solubles en agua, pueden ser detectados por el intenso color verde púrpura, azul o negro, que producen cuando se les agrega una solución acuosa o alcohólica del 1% de cloruro férrico. Dada la naturaleza aromática de estos compuestos fenólicos, ellos muestran una intensa absorción en la región UV del espectro, siendo éste método cuantitativo. Asimismo muestran desplazamiento batocrómico, característico en presencia de álcalis (Lock, 1994).

C. EVALUACION DE LA APLICACIÓN DEL EXTRACTO EN CHULETA DE CERDO

1. Evaluación fisicoquímica durante el almacenamiento

a. TBA (mg de aldehído malónico/Kg de muestra):

En el cuadro 11, se presenta los resultados del análisis de TBA, en muestras diferentes de carne de cerdo cruda y cocida; cruda sin antioxidante (SA), cruda con Antioxidante (CA), frito sin antioxidante (FSA), antioxidante antes de freir (AAF) y antioxidante después de freir (ADF), dichas muestras fueron empacadas al vacío, almacenadas y evaluadas a Temperatura de refrigeración 2-4°C, con una humedad relativa 72-76%, por espacio de 27 días.

Cuadro 11: Determinación de TBA (mg aldehído malónico/kg muestra) en carne cruda y cocida tratada con Extracto de Romero

TRAT	Tiempo de almacenamiento (Días)							
	1	4	7	11	15	19	23	27
SA	0,47±0,009 ^a	0,53±0,014 ^a	0,90±0,023 ^a	0,92±0,025 ^a	1,05±0,018 ^a	1,25±0,023 ^a	1,38±0,023 ^a	2,03±0,045 ^a
CA	0,16±0,009 ^b	0,27±0,023 ^b	0,31±0,018 ^b	0,35±0,014 ^b	0,37±0,009 ^b	0,39±0,014 ^b	0,53±0,009 ^b	1,24±0,100 ^b
FSA	0,33±0,012 ^a	0,54±0,017 ^a	0,72±0,023 ^a	0,78±0,023 ^a	3,16±0,009 ^a	3,20±0,009 ^a	3,24±0,018 ^a	4,21±0,225 ^a
AAF	0,31±0,018 ^a	0,51±0,012 ^b	0,58±0,018 ^b	0,67±0,032 ^b	0,79±0,036 ^b	1,09±0,090 ^b	1,37±0,023 ^b	1,56±0,135 ^b
ADF	0,14±0,009 ^b	0,30±0,016 ^c	0,43±0,009 ^c	0,47±0,009 ^c	0,64±0,023 ^c	0,77±0,004 ^c	0,78±0,009 ^c	1,17±0,090 ^b

Los promedios representan (Promedios±SEM), los datos provienen de los experimentos cada uno analizados por tres veces promedio por tratamiento con diferentes superíndices en cada columna (p<0.05).

De los resultados del cuadro 11 y figura 10, que están referidos a la carne cruda, se puede decir que el tratamiento SA muestra un incremento en la oxidación lipídica durante el almacenamiento, a partir del primer día como se puede observar existe diferencia estadística entre los tratamientos y al transcurrir los días el incremento del tratamiento SA es significativo, tal como se muestra en el (A – V), esto puede ser debido a que la oxidación de los lípidos en el músculo inicialmente ocurre a nivel de la membrana lipídica, siendo los metales de transición las hemoproteínas y enzimas componentes del músculo que aceleran la oxidación de la membrana lipídica, tal como lo indican (Decker y Hultin, 1992). Asimismo el contacto entre el producto y el oxígeno también puede ser llevado a cabo a través de tecnologías de empaçado provocando así que se aceleren las reacciones de oxidación (Decker y Zhimin, 1998).

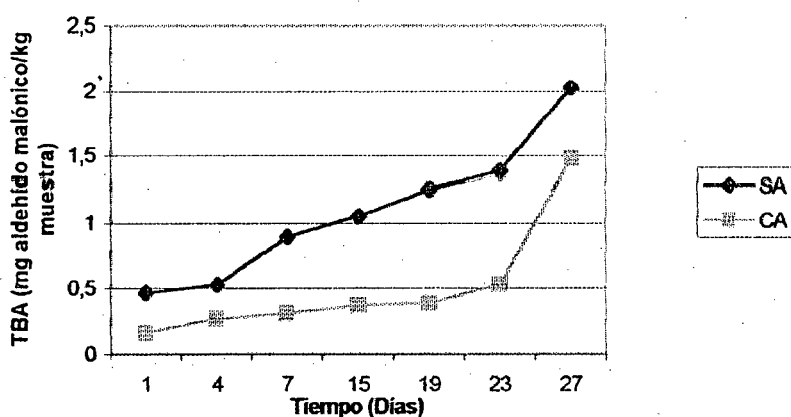


Figura 10: Valores de TBA en carne cruda de cerdo empacada a vacío y almacenada a temperatura de refrigeración

Respecto a la adición del extracto de Romero en carne cruda se observa que la oxidación sucede de manera más lenta, esto puede aducirse a que el total de la actividad antioxidante de componentes fenólicos es dependiente de su habilidad para inactivar radicales libres (los cuales inhiben la oxidación) y reducir los metales de transición (los que promueven la oxidación); del mismo modo estas sustancias retardan las reacciones de oxidación cuando inhibe la formación de radicales libres en la etapa de iniciación tal como lo indican (Decker y Zhimin, 1998 y Fennema, 1993) respectivamente. El extracto de Romero puede ser utilizado como un antioxidante natural en productos tales como carne fresca, aves de corral, salchichas, helados (Pszczola, 2001).

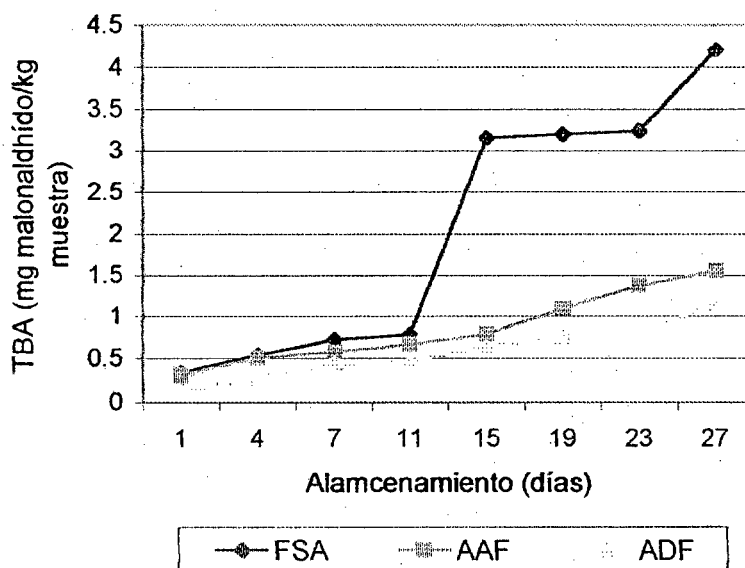


Figura 11: Valores de TBA en carne cocida de cerdo empacada al vacío y almacenada a temperatura de refrigeración

De los resultados de la carne cocida, como se indican en el cuadro 11 y figura 11, se puede decir, que el tratamiento FSA muestra un incremento en la rancidez, entre el 1° y 4° día, pero no se observa diferencia estadística entre FSA y AAF, pero si con el tratamiento ADF, como se puede observar en el (A – VI).

A medida que se incrementan los días de almacenamiento el tratamiento FSA muestra superioridad altamente significativa ($p < 0,05$), con relación a los tratamientos en estudio estos resultados se pueden atribuir a que durante el calentamiento se produce la liberación de hierro de compuestos que tienen el grupo hemo, ya que las proteínas del grupo hemo por si mismas pueden ser iniciadores muy activos de la oxidación. Asimismo los lípidos durante el almacenamiento de carne precocida son oxidados debido a diversos factores como el método de cocción, uso de aceites y otros ingredientes, corroborado por (Varnam y Sutherland, 1998; Decker y Zhimin, 1998) respectivamente.

Los tratamientos en estudio AAF y ADF, estadísticamente indican un comportamiento diferente hasta el día 23, pero en la última etapa de almacenamiento en el día 27, los efectos del extracto de Rosemary son similares estadísticamente debido al retardo de la oxidación de lípidos (TBA en mg de aldehído malónico/kg de muestra) y estos valores son menores al FSA, se atribuye a que los antioxidantes en conjunción con el envasado al vacío es una buena estrategia para evitar la oxidación lipídica y el envasado a vacío de la carne antes de

a refrigeración mantiene los sistemas antioxidantes naturales en forma totalmente reducida (Varnam y Sutherland, 1998).

De los resultados obtenidos del TBA, para el tratamiento AAF, se puede decir que la adición del extracto de Romero antes de la fritura disminuye los cambios oxidativos, esto puede ser debido a lo que indica (Decker y Zhimin, 1998), que el extracto de Romero se diluye al momento de mezclarse con el aceite de fritura, quedando depositado sobre el equipo de cocción, siendo este el motivo de que el índice de TBA sea más elevado en AAF que en ADF.

Para el tratamiento que se adicionó extracto de Romero después de la fritura, mostró un buen comportamiento con respecto a la inhibición de la oxidación de lípidos, esto puede atribuirse a la adición del antioxidante en la fase terminal (aceites y grasas) del proceso, de esta manera la sustancia fenólica funciona como receptor de un radical libre que puede retardar la oxidación lipídica en la fase inicial (de aceites y grasas) según (Sherwin, 1989), asimismo la función del antioxidante es la de bloquear la reacción de oxidación estabilizando los radicales libres a través de la donación de electrones (Medina, 1997); el Romero contiene dos diterpenos antioxidativos: Rosmaridifenol y Rosmariquinona, ha sido comprobado que son más eficaces que el BHT y BHA y la sola aplicación del extracto de Rosemary especialmente después del precocido resultó un producto con estabilidad similar a aquellos empacados con flujo de nitrógeno.

b. Acidez

En el cuadro 12 se presentan los resultados del índice de acidez, % de Ácidos grasos libres (AGL) expresado en Ácido Oléico, en los diferentes tratamientos en estudio; (SA), (CA), (FSA), (AAF) y (ADF), dichas muestras fueron empacadas al vacío y almacenadas a Temperatura de refrigeración 2-4°C, con una humedad relativa 72-76%, por espacio de 27 días.

Cuadro 12: Comportamiento de la Acidez en carne de cerdo cruda y cocida tratada con extracto de Romero (expresado en % ácido oléico).

TRAT.	Tiempo de almacenamiento (días)				
	1	7	15	23	27
SA	0,060±0,006 ^a	0,210±0,002 ^a	0,350±0,002 ^a	0,500±0,005 ^a	0,650±0,006 ^a
CA	0,110±0,007 ^b	0,180±0,003 ^b	0,250±0,005 ^b	0,400±0,008 ^b	0,540±0,002 ^b
FSA	0,085±0,001 ^b	0,192±0,003 ^a	0,299±0,002 ^a	0,361±0,006 ^a	0,423±0,004 ^a
ADF	0,099±0,001 ^a	0,156±0,001 ^a	0,226±0,005 ^a	0,293±0,007 ^b	0,363±0,002 ^b
AAF	0,102±0,002 ^a	0,192±0,002 ^b	0,282±0,005 ^b	0,324±0,002 ^c	0,367±0,002 ^b

Estos valores de Acidez, reportan el promedio±SEM, los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado tres veces por tratamiento, con diferentes superíndices para cada columna.

De acuerdo a los resultados del cuadro 12 y figura 12 para la carne cruda, el contenido en %AGL en SA es más elevado que en CA, del mismo modo la diferencia estadística se da desde el primer día que inicia el almacenamiento, al transcurrir los días se puede observar un ligero incremento en SA, tal como se puede verificar en el (A – VII).

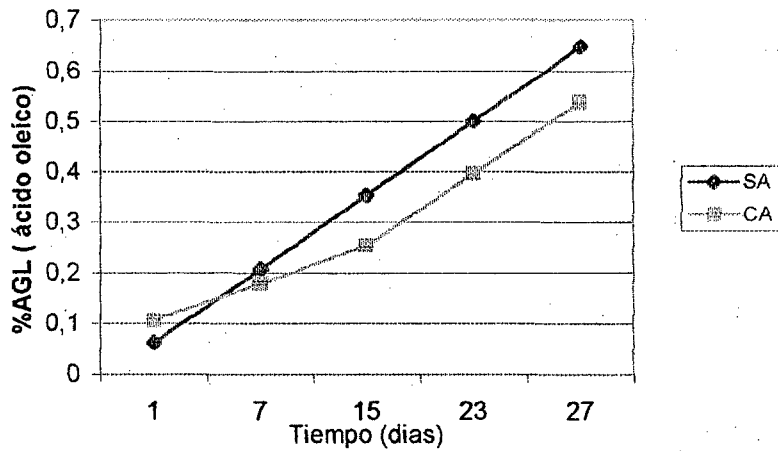


Figura 12: Valores de Acidez en carne de cerdo cruda empacada al vacío y almacenada a temperatura de refrigeración

Este incremento puede ser debido a la hidrólisis, que es una de las causantes del deterioro de las grasas, provoca una liberación de ácidos grasos, siendo generalmente las lipasas (microbianas o del mismo organismo) las que inician la acidificación de las grasas. Asimismo las alteraciones de los tejidos grasos causados por los microorganismos, determina la formación de ácidos grasos libres que aumenta la rancidez, existiendo una relación directa entre el grado de acidez y descomposición del tejido graso (Kirk *et.al*, 1996; Agenjo, 1967). Con respecto al tratamiento que se le adicionó extracto de Romero, se pudo observar un buen comportamiento por que los antioxidantes no actúan solo como secuestradores de radicales libres, sino también reducen una parte de los hidroperóxidos, así mismo el extracto de romero además de poseer capacidad antioxidativa,

también es antimicrobiana (Belitz y Gross,1988; Tainter y Grenis,1996).

En la carne cocida, como se puede observar en el cuadro 12 y figura 13, los resultados del índice de acidez, muestra valores inferiores en comparación con la carne cruda, de los tratamientos en estudio, esto puede decir que el tratamiento FSA muestra un incremento en el %AGL y a medida que transcurren los días la diferencia estadística se puede observar entre los tres tratamientos, mostrando el tratamiento FSA una superioridad altamente significativa ($P>0.05$). En el (A – VIII)

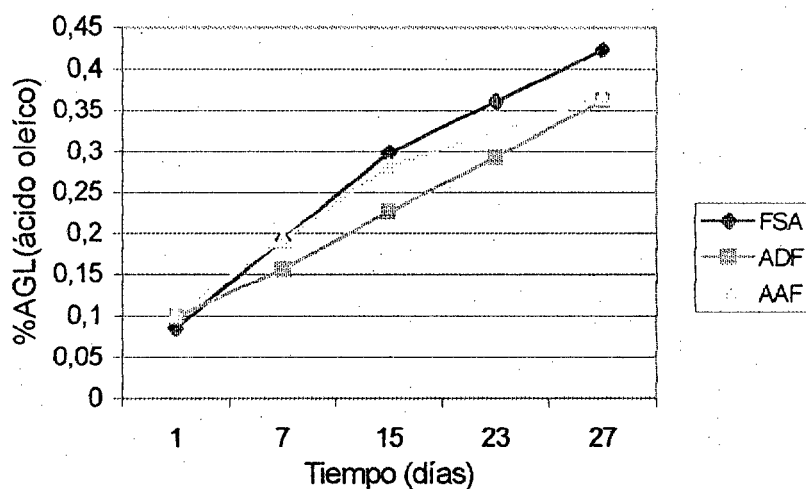


Figura 13: Valores de Acidez en carne de cerdo cocida empacada al vacío y almacenada a temperatura de refrigeración

Este resultado se puede atribuir a que por acción de la luz y el calor la descomposición de los glicéridos es acelerada ya sea por

acción de las lipasas u otras causas (Kirk *et.al*, 1996). De los tratamientos AAF y ADF son diferentes estadísticamente hasta el día 23 y en la última etapa de almacenamiento a los 27 días se puede observar una similitud estadística. Al transcurrir la etapa de almacenamiento el AAF se eleva ligeramente con respecto a ADF, puede ser debido a que el cocido causa la desnaturalización de proteínas resultando en la pérdida de actividad de las enzimas, pérdida en parte de antioxidantes y liberación de hierro de los enlaces proteínicos, incrementando de este modo la oxidación lipídica (Decker y Zhimin,1998). Con respecto a la adición del extracto de Romero después de la fritura se puede observar un buen comportamiento estadísticamente durante el almacenamiento, siendo este el tratamiento con menor porcentaje en AGL; debido a que el comportamiento antioxidativo de los compuestos fenólicos parece estar relacionado con su capacidad para quelar metales, inhibir la lipoxigenasa y captar radicales libres (Martinez *et.al*, 2000). Asimismo el extracto de Romero muestra una fuerte acción antioxidante y antirancítica, siendo muy efectivo en la estabilización de compuestos con alto contenido de ácidos grasos, con capacidad para secuestrar radicales libres (Ames,1974).

c. pH

En el cuadro 13 se presentan los resultados del pH, de los diferentes tratamientos en estudio; cruda sin antioxidante(SA), cruda con antioxidante (CA), frito sin antioxidante (FSA), antioxidante antes de freir (AAF) y antioxidante después de freir (ADF) para carne cruda y cocida respectivamente, dichas muestras fueron empacadas al vacío en bolsas de polietileno de baja densidad almacenadas y evaluadas a temperatura de refrigeración 2-4°C, con una humedad relativa 72-76%, por espacio de 27 días. El valor de pH varía para los diferentes tratamientos; 6,6 – 5,36; 6,58 – 5,19; 6,67 – 5,79; 6,80 – 5,86; 6,75 – 5,67, para CCA, CSA, FSA, AAF y ADF respectivamente.

Cuadro 13: Determinación de valores de pH en carne de cerdo cruda y cocida

TRAT.	Valores de pH				
	1	7	15	23	27
SA	6,60±0,001 ^a	6,27±0,003 ^a	5,93±0,005 ^a	5,65±0,002 ^a	5,36±0,012 ^a
CA	6,58±0,003 ^b	6,24±0,001 ^b	5,90±0,002 ^b	5,55±0,002 ^b	5,19±0,012 ^b
FSA	6,67±0,017 ^a	6,44±0,006 ^a	6,22±0,006 ^a	6,01±0,006 ^a	5,79±0,012 ^a
AAF	6,75±0,012 ^a	6,53±0,006 ^b	6,30±0,003 ^a	5,99±0,006 ^a	5,67±0,017 ^a
ADF	6,80±0,006 ^b	6,52±0,012 ^a	6,24±0,012 ^a	6,05±0,003 ^a	5,86±0,023 ^a

Estos valores de pH, reportan el promedio±SEM, los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado tres veces por tratamiento, con diferentes superíndices para cada columna.

En la carne cruda, los valores de pH, como se puede observar en la figura 14, en los tratamientos en estudio se muestra que el valor de pH es mayor en CA que en SA.. Anexo IX.

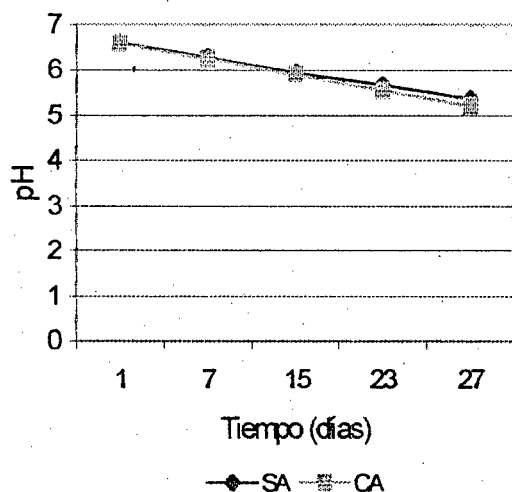


Figura 14: Valores de pH en carne de cerdo cruda empacada al vacío y almacenada a temperatura de refrigeración.

La diferencia estadística se puede observar durante toda la etapa de almacenamiento, al transcurrir los días se puede observar que el descenso de pH en SA es más rápido, esto puede ser debido a la presencia de bacterias acidolácticas, que producen ácido láctico y causan con ello la disminución rápida del pH (Prandl, 1994), asimismo el descenso de pH puede estar relacionado con la producción de lactato aunque los iones de hidrógeno generado provienen de la hidrólisis de ATP y no de la producción de lactatos (Varnam y Sutherdand, 1998). Con respecto a la muestra que se le adicionó extracto de Romero, las bacterias acidolácticas

posiblemente fueron inhibidas debido a las propiedades del extracto que tienen compuestos como el ácido Rosmarínico que tiene propiedades antioxidantes contra peroxidación de lípidos y capacidad antimicrobiana (Sengletary, 1996).

En la carne cocida como se puede observar en el cuadro 13 y figura 15, los tratamientos en estudio estadísticamente muestran un comportamiento diferente durante el almacenamiento, como se indica en el (A -X).

El tratamiento FSA disminuye ligeramente en comparación con los otros tratamientos esto puede ser debido a que el cocinado de la carne antes del rigor inactiva las enzimas glicolíticas y fija el valor de pH en el valor alcanzado cuando se produce a inactivación, asimismo el pH elevado debido a la cocción puede ser efectivo en el control de la oxidación lipídica en carne de cerdo (Mills et.al, 2000).

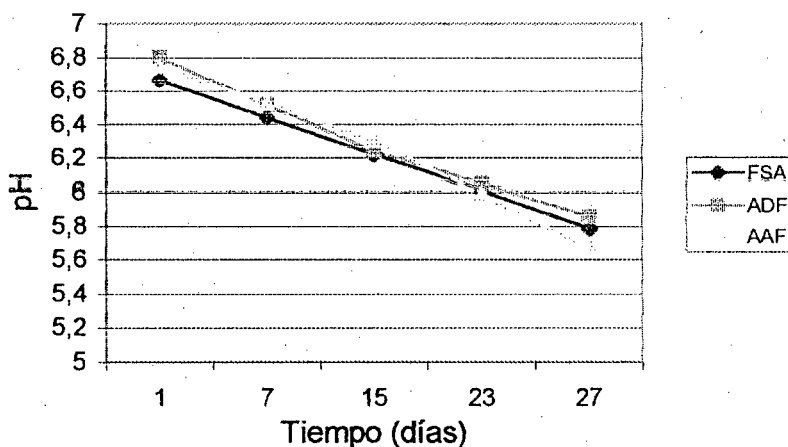


Figura 15: Valores de pH en carne de cerdo cocida empacada al vacío y almacenada a temperatura de refrigeración

De los tratamientos AAF y ADF se puede decir que el mayor valor es de ADF (5,86), en el tratamiento AAF el antioxidante no fue tan efectivo debido a que los antioxidantes son afectados por operaciones de fritura, horneado o procesamiento (Price, 1994). Respecto al tratamiento que se le adicionó antioxidante después de la fritura, obtuvo un valor más elevado de pH (5,86), esto indica que el valor de TBA es más bajo en este tratamiento (con pH elevado), a comparación de los tratamientos que tienen valores de pH más bajos (Mills et.al, 2000), asimismo el antioxidante es una sustancia que retarda el comienzo o disminuyen la velocidad de oxidación de los materiales autooxidables (Fennema,1993).

2. Análisis sensorial

a. Para el atributo de color en carne cruda

Los resultados respecto al atributo de color se presentan en los anexos, (A – XI), a los 23 días de almacenamiento los resultados fueron 2.1 y 3.0 alcanzando ambos productos una escala entre marrón claro y rosado para SA y CA respectivamente; la decoloración se debe a fenómenos de oxidación originados por levaduras y especies bacterianas de los géneros *lactobacillus* y *leuconostoc* como lo indica (Díaz, 2000), por tanto de acuerdo a los resultados obtenidos podemos aducir que en el tratamiento CA, el antioxidante debido a su capacidad antibacteriana y antioxidativa retardó la formación de la metamioglobina. Además (Mills et.al,

2000) indica que los cambios oxidativos resultan en conversión de hierro del grupo hemo, de la forma férrica. Como no liga oxígeno, la decoloración a marrón en carne fresca hace que sea menos apetecible. Estos cambios de pigmentos hemo (formación de metamioglobina), muchos son por causas microbiológicas, enzimáticas, acciones lipolíticas o por muchas condiciones que reducen la presión de oxígeno. Asimismo el vacío contribuye a disminuir la multiplicación de los microorganismos aerobios, sobre todo la de mohos como lo indica (Frazier, 1993).

b. Para el atributo de olor en carne cruda

Respecto al atributo de olor los resultados se pueden apreciar en el (A -XII), a los 27 días de almacenamiento los resultados obtenidos fueron 2.7 y 3.7, alcanzando para ambos productos una escala entre No agrada ni desagrada y Desagradable para SA y CA respectivamente. Estos datos obtenidos pueden ser debido a que puesto que el metabolismo bacteriano origina una mezcla completa de ésteres volátiles, alcoholes, cetonas y compuestos sulfurados que colectivamente producen los malos olores que se detectan como lo indica (Adams y Moss, 1991). Del mismo modo entre los compuestos no radicales que se forman están los aldehídos y cetonas, de bajo peso molecular, que son responsables del "olor a rancio" (Cheftel, 1983).

c. Para el atributo de olor

Para la carne cocida a los 23 días de almacenamiento el análisis sensorial con respecto al atributo de olor, dió los siguientes resultados 2,75; 2,85; 2,85; 2,95; 3,05, los respectivos cuadros se pueden observar en (A – XIII), alcanzando estos productos una escala entre olor extraño y carne condimentada para SA, CA, FSA, AAF y ADF respectivamente, estos resultados pueden deberse a que el metabolismo bacteriano origina una mezcla completa de ésteres volátiles, alcoholes, cetonas y compuestos sulfurados que colectivamente producen los malos olores que se detectan (Díaz, 2000). Asimismo la alteración de la carne envasada a vacío se caracteriza por la aparición de olores ácidos a vinagre (Adams y Moss, 1991).

Los compuestos volátiles del aroma y sabor de la carne surgen durante el calentamiento a través de un gran número de reacciones entre los compuestos no volátiles. Los componentes portadores de aromas y sabores son manifestación coincidente del metabolismo de las plantas, en el participan hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos ésteres y fenoles en otros compuestos. (Manu – Tawiah *et. al*, 1991)

d. Para el atributo de sabor

Respecto a atributo de sabor los resultados obtenidos a los 27 días de almacenamiento fueron 3,00; 3,05; 2,85; 3,00; 2,95, los

respectivos cuadros se muestran en el (A – XIV) alcanzando en la escala edónica valores entre agradable y desagradable para SA, CA, FSA, AADF y AAF, esto puede ser debido a que existe una clara asociación entre el aspecto de la carne cruda y su aroma y sabor una vez cocinada (Coultate, 1998), Asimismo el sabor de los productos cárnicos esta muy influido por la maduración de la carne (Weinling, 1973).

La muestra AAF cocida tuvo una baja intensidad de sabor a los 23 días de almacenamiento comparado con el tratamiento ADF.

La oxidación causa rápidamente la decoloración, así como la aparición de sabores y aromas que desalientan el apetito (Varnamy Suthertand, 1998).

El extracto de romero inhibe el desarrollo de sabores “acedados” y realza las propiedades de un sabor deseable. Asimismo el extracto de romero han surgido como los productos de elección en virtud de su considerable poder antioxidante y suave buqué y sabor (Manu – Tawiah *et.al*, 1991).

3. Microbiológico

Los resultados del análisis indicado en el cuadro 14, del producto en estudio a los 27 días de almacenamiento fué $> 3,5 \cdot 10^5$; $1,8 \cdot 10^4$; $1 \cdot 10^4$; $2,5 \cdot 10^4$; $1,5 \cdot 10^3$ para SA, CA, FSA, ADF, AAF respectivamente,

Cuadro 14: Determinación de la Numeración de Microorganismos**Aerobios Viables**

Tiempo	Numeración de Aerobios Viables (u.f.c/g)				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
0	$9,75 \cdot 10^3$	$8,6 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$2,25 \cdot 10^3$
15	$6,60 \cdot 10^4$	$9,6 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^4$
25	$>3,5 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^4$

Se encontró que la numeración de microorganismos aerobios viables, esta dentro del límite $5 \cdot 10^5$, limite por debajo del cual los resultados se encuentran satisfactorios, ya que por encima de $5 \cdot 10^6$, los resultados se dejan de considerar satisfactorios, indicado por (Díaz, 2000).

La numeración de mohos y levaduras a los 27 días de almacenamiento fué $2 \cdot 10^4$, $1,3 \cdot 10^4$, $2,5 \cdot 10^3$, $1,4 \cdot 10^3$, $3,3 \cdot 10^3$ para SA, CA, FSA, ADF, AAF respectivamente.

De los resultados se puede afirmar que el extracto de romero además de poseer actividad antioxidativa es también antibacteriano, ya que los productos tratados con extracto de romero tuvieron un recuento menor al de los testigos SA y FSA.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se pudo llegar a la siguientes conclusiones:

1. El extracto de Romero, fué obtenido por método de extracción acuosa, esto nos permitió arrastrar compuestos flavónicos, en su composición fisicoquímica presenta un alto contenido en Humedad (88,50%), Carbohidratos (2,97%) y Grasa (8%); además presenta un contenido en minerales con capacidad antioxidativa como Mg^{2+} (226,67 $\mu g/ml$), Cu^{2+} (2,65 $\mu g/ml$) y Zn^{2+} (1,85 $\mu g/ml$); una mayor eficiencia en su capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 21,56 \mu g/ml$) y un contenido en polifenoles de (1,295 mg ácido gálico/100 g de hojas de romero) .
2. El extracto de Romero que se comportó mejor fue cuando se le adicionó antioxidante después de la fritura (ADF), TBA (0,78 mg de aldehído malónico/Kg de muestra), Acidez (0,293%, expresado en % de ácido oléico), pH (6,05); NMAV ($2,4 \cdot 10^4$ u.f.c/g), mohos y levaduras ($1 \cdot 10^3$ u.f.c/g); asimismo los atributos sensoriales fueron favorables en olor y sabor. El extracto de romero también puede utilizarse en carne cruda.
3. La concentración para conservar chuletas de cerdo crudas y cocidas fue 3,5 ml./ 70 g de carne, empacadas a vacío y almacenadas a temperatura de refrigeración por espacio de 23 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar otros métodos de extracción y realizar la cuantificación de los flavonoides existentes en el extracto.
- Aplicar el extracto de Romero en carnes teniendo como variable el tiempo de exposición del extracto.
- Tener cuidado al realizar los análisis de minerales, puesto que puede ocurrir una contaminación a causa del agua.
- Evaluar otro tipo de empaque para el almacenamiento, variar la temperatura de almacenamiento para poder evaluar de este modo la vida en anaquel del producto.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, M.R y MOSS, M. O. 1997.** Microbiología de Alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza – España. 464 p.
- AGENJO, C.C. 1967.** Enciclopedia de la carne. Ed. Calpe S.A. Madrid – España. 1085 p.
- ALIMENTOS PROCESADOS. 1991.** Extensión de la vida útil. Vol.10. N°9
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1992** Annual book of Standards, Standard methods for the examination of water and waste water publicado por la **APHA.** pp 3 – 4.
- AMES DE ICOCHEA, T. 1974.** Fitopatología General. UNALM. Lima. 150p.
- AOAC. 1995.** Official methods of analysis of the Association official analytical chemistry. Edition. 16th. Vol II. Ed. Washington Dc 815 p.
- AOAC. 1997.** Official methods of Analysis of the Association Analytical chemistry. Ed. Washington Dc 815 p.
- AQUINO, R.; DE SIMONE, F.; PIZZA, C.; CONTI, C.; STEIN, M. 1989.** Plant metabolites, structure and in vitro antiviral activity of quinovic acid glycosides from *Uncaria Tomentosa* and *Guertarda platypoda*. Journal of Natural Products. Vol. 52 pp 679 – 685 .
- BADUI D, S. 1994.** Química de los Alimentos. ed. Alambra Mexicana S.A. México 639 p.
- BELITZ H, D y GROSS W. 1988.** Química de los Alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España). 423 p.
- BIDWELL, R. 1979.** Fisiología vegetal. AGT Editor S.A. México. 784p.

- BINKLEY, D. 1993.** Nutrición forestal, práctica de manejo. Ed. Limusa S.A. México. 340p.
- BOHINSKI, R. 1991.** Bioquímica. 5ª edición. Ed. Delaware. EE.UU Addison Wesley. Iberoamericana. 739 p
- BRAND, W. 1995.** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Laboratoire de chimie des substances Naturelles. Département science de l'aliment, ENSA 1. Vol. 28 N°1. 25 – 30 p.
- BRUNETON, J. 1991.** Elementos de fitoquímica y farmacognosia. Ed. Acribia S.A. Zaragoza – España. 594 p.
- CARBALLO, B. y LÓPEZ, G. 1991.** Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne. Ed. Vicente ediciones. España. 171 p.
- CARL, W. 1983.** Botánica. Ed. Liográfica s.a. México. 215 p.
- CHEFTEL, J. C. 1997.** Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. II. Ed. Acribia S.A. Zaragoza - España. 403 p.
- CHIPAULT, J. R. 1965.** Propiedades antioxidantes de especias naturales. 60p.
- CIENCIA HOY. 1998.** Antioxidantes de Origen Vegetal. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación. Buenos Aires – Argentina. Volumen 8 - N°44:32 – 43.
- COCHRAN, W. Y COX 1974.** Diseños experimentales. Ed. Acribia S.A. Zaragoza - España. 423 p.
- COULTATE, T. P. 1984.** Alimentos: Química de sus componentes. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 199 p.

- DECKER, E. A. and HUTLIN, H.O. 1992.** Lipid oxidation in muscle foods via redox. Ed. A.J.st.Angelo. Am chem.soc.symposium series. Washington D.C. Vol. 500. pp35 – 54.
- DECKER, E. A. and MEI, L. 1996.** Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods. Present at the 49th. Annual proceedings of the reciprocal meat conference, American Meat Science
- DECKER, E. A. and ZHIMIN XU. 1998.** Minimizing Rancidity in muscle foods. Food Technology. Vol. 52, N°10:54 – 59.
- DEVLIN, P. 1976.** Fisiología vegetal. Ediciones Omega S.A. Barcelona – España. pp 304 – 315.
- DIAZ DE SANTOS. 2000.** Microbiología Alimentaria. Ed. Acribia. Madrid – España. 441 p.
- DONAHUE, R. y L. 1994.** Introducción a los suelos y al crecimiento de plantas. Ed. Price. Cali – Colombia. 300 p.
- ENSMINGER, M.E. 1973.** Producción porcina. Ed. El ateneo. Buenos aires - argentina. 540p.
- EUSSE, G J. 1997.** Calidad de la carne de cerdo, algunos aspectos generales. Soyanoicias. Medellín – Colombia. N°248. pp 21 - 25.
- FENNEMA O, R. 1982.** Introducción a la ciencia de los Alimentos. Ed. Reverté S.A. Barcelona – España. 918 p.
- FENNEMA O, R. 1993.** Química de los Alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza – España. 1095p.
- FONT QUER, P. 1962.** Plantas medicinales. Ed. Liber S.A. Barcelona - España. 1033p.

- FRAZIER, W. C. 1993.** Microbiología de los Alimentos 4ª edición. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 681p.
- GARCIA, M.J.V. 2000.** Comparativo de la actividad antioxidativa de la hoja de Uña de gato (*Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*). Tesis Ing. Zootecnista. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 58p.
- GERHART, V. 1975.** Ciencia y Tecnología de la carne teórica y práctica. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 129 p.
- GIL F, M. 1995.** Elementos de Fisiología vegetal. Ediciones Mundi prensa. Sevilla – España. 1146 p.
- GUNSTENSPERG, D,E. HAMMERLI – MEIER, and ESCHER, F. E. 1998.** Rosemary extract and precooking effects on lipid oxidation in heat – sterilized meat. Journal of Food Science. Vol. 63, N°6. pp 955 - 957.
- HART F. y FISHER, H. 1991.** Análisis moderno de los Alimentos. Ed. Acribia Zaragoza – España. 619 p.
- HERNANDEZ, M. A. y ELIO A P. G. 1999.** Plantas que contienen polifenoles. Antioxidantes dentro del estilo de vida. Revista Cubana de Investigación Biomédica. Cuba. Vol.18(1). pp 12.
- ICMSF. 1993.** Microorganismos de Alimentos. Técnicas de Análisis Microbiológico. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 170 p
- INDUSTRIA ALIMENTICIA. 1998.** Presentamos a Guardian™, un aditivo confiable que da protección natural a la estabilidad del sabor y del color originales de sus productos. España. 68 p.

- JACOB, A. 1973.** Fertilización. Nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y subtropicales. 4ª edición. Ediciones Euroamericanas. México. pp 47 – 63.
- MILLS, E.W.; WU J.Y.; and W.R.HENNING. 2000.** Oxidative stability and sensory attributes of prerigor cooked beef steack. Journal of Food Science. Vol. 65, N°8. pp 1382 – 1385.
- KEITH, L. 1994.** Ecología, ciencia y política medio ambiental. Ed. Mc Graw – Hill. Colombia. 251 p.
- KIRK, R, S. ; SAWYER, R y EGAN, H. 1996.** Composición y Análisis de Pearson. 2ª Edición. México: Cesca. 527 p.
- LACHICA, M. 1985.** Nutrición Vegetal, algunos aspectos químicos y biológicos. Ed. Acribia. España. 210 p.
- LAWRIE, E. 1977.** Ciencia de la Carne. 2ª edición. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 539 p.
- LEES, R. 1982.** Análisis DE los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 147 p.
- LOCK DE UGAZ, O. 1994.** Investigación fitoquímica. 2a Edición. Ed. Fondo. Lima – Perú. 328 p.
- MANU – TAWIAH, W.; AMMANN, L.L.; SEBRANEK J.G. and MOLINS R.A. 1991.** Extending the color stability and shelflife of fresh meat. Food technology. march. Edited by Neil H. Mermelstein, Sennior Associate Editor. pp94 – 102.

- MARTINEZ, I. V.; PERIAJO M. J. y GASPAR R. 2000.** Significado nutricional de los compuestos fenólicos en la dieta. Archivos Latinoamericanos. Vol. 50. N°1. Murcia – España. pp 5,9-10.
- MEDINA, J. L. 1997.** Protección de aceites con antioxidantes. Soyanoicias. N° 251, octubre – diciembre. pp 6 - 9
- MEZA, N. 1999.** Desarrollando nuestra biodiversidad cultural “Sangre de Grado” y reto de su producción sustentable en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fondo Editorial. Lima – Perú. 255p.
- MIELCHE, M.M. and BERTELSEN, G. 1994.** Approaches to the presentation of warmed – over flavor. *Trands food Science: Tech.* 5:322 – 327.
- MUÑOZ L. F. 1 993.** Plantas Medicinales Aromáticas. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 365 p.
- PAREDES, C. C. 1993.** Nutrición. Concytec. Ed. Grafimag S.R.L. Lima – Perú. 300 p.
- PARKER, R. 2000.** La ciencia de las plantas. Thomson editores spain. Ed. Paraninfo S.A. Madrid – España. 628 p.
- PSZCZOLA D. E. 2001.** 2001: Aspice Odyssey. *Food Technology.* Vol. 55, N°1. Associate editor . pp 36 – 41.
- PINEDA, D. A. 1999.** Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Instituto de Nutrición de los Alimentos. Habana. Vol. 13, N°2. pp 104.
- PIZARRO, U.J. 2001.** Caracterización de látex de sangre de grado (*Croton draconoides Muell. Arg*) de árboles de diferentes pisos ecológicos.

- Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93p.
- PRANDL, O. A. F. 1994.** Tecnología e higiene de la Carne. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 835 p.
- PRICE, M.L. AND BUTLER, L.G. 1977.** Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. Food chem. Vol.25, N°6:18 – 23.
- PRICE, J F. 1994.** Ciencia moderna de la carne y productos cárnicos. 2ª Edición. Ed Acribia. Zaragoza – España. 537p.
- ROBINSON, D.S. 1991.** Bioquímica y valor nutritivo de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 516p.
- ROJAS, M. 1985.** Fisiología vegetal aplicada. 3ª edición. Ed. Mc Graw – Hill. México. 300p
- SAPETTI, A. 2000.** Los Minerales. Ed. Contusalud.com. Colombia. pp 3 – 5.
- SENGLETARY K, MACDONAL C, WALLIG,M. 1996** Inhibición por el romero y carnosol de 7,12-dimetilbenz. Cancer lett 104:43-8.
- SHERWIN, E. R. 1989.** La oxidación y los antioxidantes en la fabricación de aceites y grasas. Soyanoicias. Año XVIII, N°217, abril. Eastman chemical. pp 4 – 6.
- SISA S. J. 2001.** El Romero (*Rosmarinus Officinalis*). ©Mifarma es departamento de contenidos pp 6.
- SUNG V. I.. 2000.** Tabla de Composición Química de los Alimentos. Ed. Isabel. Lima – Perú. 28 p.

- TAINTER D. R.; y GRENIS A. T. 1996.** Especies y Aromatizantes Alimentarios. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 251 p.
- TELLEZ, V. J. G. 1992.** Manual de industrias cárnicas. 2da edición. La molina. Lima – Perú. 523 p.
- THOMSON, W.R. 1986.** Guía Práctica Ilustrada de las Plantas Medicinales. Ed. Blume. España. 220 p.
- TYLER, M. 1994.** Ecología y medio ambiente. Ed. Iberoamericana. S.A. México. 341 p.
- UREÑA, M. P.; ARRIGO.M.D. y GIRAM, O. M. 1999.** Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Ed. Agraria. Lima – Perú. 200 p.
- VALENCIA, O. C. 1995.** Fundamentos de fitoquímica. Ed. Trillas. México D.F. 235 p.
- VARGAS, C.; YTAVCLARH/ VALDIVIA, E. L. 1999.** Compendio: Sistemas agroforestales. Tingo María: UNAS. 103 p.
- VARNAM H, A y SUTHERLAND P. J. 1998.** Carne y productos cárnicos. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 423 p.
- WALTON, H. 1983.** Análisis químico e instrumental moderno. Ed. Reverté S.A. Barcelona – España. pp 146 – 153.
- WEINLING, H. 1973.** Tecnología práctica de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza – España. 392 p.
- ZAVALETA, A. 1992.** Edafología, el suelo con relación a la producción. CONCYTEC. Lima – Perú. 223 p.

VIII. ANEXOS

Anexo I.

Lecturas de Absorvancia del extracto de Romero (*Rosmarinus Officinalis*)

Promedios de las lecturas de absorvancia de extracto de Romero a diferentes concentraciones

Tiempo	DPPH	40	30	25	15	10	5
0	0.999	0.388	0.598	0.682	0.924	0.996	0.982
1	0.981	0.234	0.431	0.5	0.754	0.89	0.972
2	0.975	0.212	0.434	0.502	0.611	0.876	0.972
3	0.973	0.213	0.439	0.502	0.608	0.859	0.97
4	0.974	0.214	0.44	0.502	0.6	0.853	0.97
5	0.974	0.212	0.442	0.503	0.602	0.856	0.97
6	0.973	0.213	0.448	0.503	0.604	0.85	0.969
7	0.973	0.214	0.454	0.503	0.609	0.86	0.967
8	0.974	0.214	0.458	0.504	0.614	0.859	0.967
9	0.972	0.213	0.465	0.503	0.619	0.857	0.965
10	0.972	0.212	0.47	0.503	0.623	0.857	0.963
11	0.972	0.211	0.481	0.504	0.627	0.856	0.961
12	0.972	0.211	0.478	0.504	0.627	0.857	0.957
13	0.972	0.21	0.478	0.504	0.626	0.857	0.957
14	0.972	0.208	0.477	0.504	0.627	0.857	0.957
15	0.972	0.206	0.475	0.504	0.627	0.857	0.957
Promedio	0.975	0.224	0.467	0.514	0.644	0.869	0.966
% de INH.		78.8305	51.1869	48.2068	35.5667	11.9309	1.6545

Anexo II

Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de color y Olor en carne cruda de cerdo:

Nombre: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Atributo: Color

Escala	315	977
Rojo Claro		
Rosado		
Marrón Claro		
Marrón Claro		

Atributo: Olor

Escala	315	977
Agradable		
No agrada ni desagrada		
Desagradable		
Carne podrida		

Anexo III.

Cartilla de evaluación sensorial para el atributo de Olor y Sabor en carne de cerdo cruda y cocida:

Nombre: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Marque con una "X" la muestra de su preferencia

Atributo Olor:

Escala	315	977
Carne fresca		
Carne condimentada		
Olor extraño		
Rancio		

Atributo: Sabor

Escala	315	977
Muy Agradable		
Agradable		
Desagradable		
Muy desagradable		

Anexo IV.

Análisis de Varianza para la carne de cerdo tratada con extracto de Romero, para los atributos de Olor y Sabor

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	X	X			
2			X	X	
3		X			X
4	X		X		
5				X	X
6	X			X	
7		X	X		
8			X		X
9	X				X
10		X		X	

Anexo V:

Análisis de Varianza para el análisis de TBA en carne de cerdo cruda

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.13880646	0.13880646	570.37	0.0001
Error	4	0.00097344	0.00024336		
Total	5	0.13977990			

R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean
0.993036	4.938272	0.0156	0.3159

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.09938214	0.09938214	96.09	0.0006
Error	4	0.00413712	0.00103428		
Total	5	0.10351926			

R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean
0.960035	8.00603	0.03216022	0.4017

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.5133375	0.5133375	411.59	0.0001
Error	4	0.00498888	0.00124722		
Total	5	0.5183263			

R-Square	C.V.	Root MSE	TBA Mean
0.990375	5.842184	0.035316	0.6045

Evaluación a los 11 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.47968538	0.47968538	401.75	0.0001
Error	4	0.00477594	0.00119398		
Total	5	0.48446131			

R-Square	C	Root MSE	TBA Mean
0.99014	5.452322	0.03455409	0.63375

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.68891593	0.68891593	1130.08	0.0001
Error	4	0.00243846	0.00060962		
Total	5	0.6913544			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.996473 3.461673 0.02469038 0.71325

Evaluación a los 19 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	1.104246	1.104246	1067.65	0.0001
Error	4	0.00413712	0.00103428		
Total	5	1.10838312			

R-Square C.V. Root MSETBA Mean
 0.996267 3.926767 0.03216022 0.819

Evaluación a los 21 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	1.09423021	1.09423021	1050.24	0.0001
Error	4	0.00416754	0.00104189		
Total	5	1.09839775			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.996206 3.371272 0.03227824 0.95745

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.92355267	0.92355267	50.56	0.0021
Error	4	0.07305867	0.01826467		
Total	5	0.9966113			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.926693 8.259126 0.135147 1.63633333

Anexo VI:

Análisis de Varianza para el análisis de TBA en carne de cerdo cocida

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.06473376	0.03236688	57.9	0.0001
Error	4	0.00335392	0.0005589		
Total	5	0.07312968			

R-Square C.V. Root MSETBA Mean
 0.950741 9.093423 0.023643 0.26

Evaluación a los 4 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.10379304	0.05189652	75.58	0.0001
Error	4	0.00411976	0.00068663		
Total	5	1010791280			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.961823 5.859473 0.02620356 0.4470000

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.12496536	0.06248268	68.47	0.0001
Error	4	0.0054756	0.0009126		
Total	5	0.13044096			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.958022 5.257443 0.03020927 0.03020927

Evaluación a los 11 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.1504308	0.0752154	47.56	0.0002
Error	4	0.00948793	0.00158132		
Total	5	0.15988752			

R-Square C.V. Root MSE TBA Mean
 0.94067 6.2174 0.03976583 0.6396

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	11.97115218	5.98557609	3208.12	0.0001
Error	4	0.01119456	0.00186576		
Total	5	11.98234674			

R-Square 0.999066 C.V. 2.822982 Root MSE 0.04319444 TBA Mean 1.5301

Evaluación a los 19 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	10.42201368	5.21100684	634.45	0.0001
Error	4	0.0492804	0.0082134		
Total	5	10.47129408			

R-Square 0.995294 C.V. 5.370855 Root MSE 0.09062781 TBA Mean 1.6874

Evaluación a los 23 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	9.883458	4.941729	5415	0.0001
Error	4	0.0054756	0.0009126		
Total	5	9.8889336			

R-Square 0.999446 C.V. 1.683906 Root MSE 0.03020927 TBA Mean 1.794

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	16.438968	8.219484	106.66	0.0001
Error	4	0.462384	0.077064		
Total	5	16.901352			

R-Square 0.972642 C.V. 11.99672 Root MSE 0.27760403 TBA Mean 2.314

Anexo VII:

Análisis de Varianza para el índice de Acidez en carne de cerdo cruda

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0030375	0.0030375	135	0.0003
Error	4	0.00009	0.0000225		
Total	5	0.0031275			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean	
	0.971223	5.613511	0.00474342	0.0845	

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.001176	0.001176	57.37	0.0016
Error	4	0.000082	0.0000205		
Total	5	0.001258			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean	
	0.934817	2.333862	0.00452769	0.194	

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0147015	0.0147015	402.78	0.0001
Error	4	0.000146	0.0000365		
Total	5	0.0148475			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean	
	0.990167	1.990617	0.00604152	0.3035	

Evaluación a los 23 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0165375	0.0165375	119.4	0.0004
Error	4	0.000554	0.0001385		
Total	5	0.0170915			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean	
	0.967586	2.623992	0.0117686	0.4485	

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.01815	0.01815	307.63	0.0001
Error	4	0.000236	0.000059		
Total	5	0.018386			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean	
	0.987164	1.293122	0.00768115	0.594	

Anexo VIII:

Análisis de Varianza para el Índice de Acidez en carne de cerdo cocida

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.000494	0.000247	43.59	0.0003
Error	4	0.000034	0.00000567		
Total	5	0.000528			

R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean
0.935606	2.497003	0.00238048	0.09533333

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.002592	0.001296	69.43	0.0001
Error	4	0.000112	0.00001867		
Total	5	0.002704			

R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean
0.95858	2.400274	0.00432049	0.18

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.008754	0.004377	85.27	0.0001
Error	4	0.000308	0.00005133		
Total	5	0.009062			

R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean
0.966012	2.663468	0.00716473	0.269

Evaluación a los 23 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.006954	0.003477	41.23	0.0003
Error	4	0.000506	0.00008433		
Total	5	0.00746			

R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean
0.932172	2.816969	0.00918332	0.326

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.006752	0.003376	155.82	0.0006
Error	4	0.00013	0.00002167		
Total	5	0.006882			

R-Square	C.V.	Root MSE	ACI Mean
0.98111	0.060877	0.00380789	6.255

Anexo IX:

Análisis de Varianza para el pH en carne de cerdo cruda

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0006	0.0006	41.38	0.003
Error	4	0.000058	0.0000145		
Total	5	0.000658			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.911854	0.057783	0.00380789	6.59	

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.00135	0.00135	93.1	0.0006
Error	4	0.000058	0.0000145		
Total	5	0.001408			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.958807	0.060877	0.00380789	6.255	

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.00135	0.00135	36.99	0.0037
Error	4	0.000146	0.0000365		
Total	5	0.001496			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.902406	0.102139	0.00604152	5.915	

Evaluación a los 23 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.015	0.015	37.5	0.0036
Error	4	0.0016	0.015		
Total	5	0.0166			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.903614	0.357143	0.02	5.6	

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.04335	0.04335	108.37	0.0005
Error	4	0.0016	0.0004		
Total	5	0.04495			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.964405	0.379147	0.02	5.275	

Anexo X:

Análisis de Varianza para el pH en carne de cerdo cocida

Evaluación a los 1 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.02795	0.013975	29.95	0.0008
Error	4	0.0028	0.00046667		
Total	5	0.03075			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.908943	0.320591	0.02160247	6.73833333	

Evaluación a los 7 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0146	0.0073	36.5	0.0004
Error	4	0.0012	0.0002		
Total	5	0.0158			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.924051	0.217683	0.01414214	6.49666667	

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0104	0.0052	29.71	0.0008
Error	4	0.00105	0.000175		
Total	5	0.01145			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.908297	0.211547	0.01322876	6.25333333	

Evaluación a los 23 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.00585	0.002925	39	0.0004
Error	4	0.00045	0.000075		
Total	5	0.0063			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.928571	0.143978	0.00866025	6.015	

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

F.V	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.0554	0.0277	28.66	0.0009
Error	4	0.0058	0.00096667		
Total	5	0.0612			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean	
	0.905229	0.538532	0.03109126	5.77333333	

Anexo XI.

Resultados de la evaluación sensorial para el atributo: Color

Evaluación sensorial a los 0 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	3(1.5)	3(1.5)
2	3(1.5)	3(1.5)
3	2(1)	4(2)
4	3(1.5)	3(1.5)
5	3(1)	4(2)
6	4(2)	3(1)
7	3(1.5)	3(1.5)
8	4(1.5)	4(1.5)
9	4(2)	3(1)
10	4(2)	2(1)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(3)^2+(3)^2+\dots+(4)^2+(3)^2+(2)^2]=47.5$$

$$B_2 = 1/10[(15.5)^2+(14.5)^2]=45.05$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 0.184 < F(5.12) \text{ N.S}$$

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	4(2)	2(1)
2	4(1.5)	4(1.5)
3	4(1.5)	4(1.5)
4	2(1.5)	2(1.5)
5	3(1.5)	3(1.5)
6	2(1)	3(2)
7	4(1.5)	4(1.5)
8	4(1.5)	4(1.5)
9	4(1.5)	4(1.5)
10	4(1.5)	4(1.5)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(4)^2+(4)^2+\dots+(4)^2+(4)^2+(4)^2]=46$$

$$B_2 = 1/10[(15)^2+(15)^2]=45$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 0 < F(5.12) \text{ N.S}$$

Evaluación sensorial a los 21 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	3(1.5)	3(1.5)
2	2(1)	4(2)
3	2(1)	4(2)
4	3(1)	4(2)
5	3(1)	4(2)
6	3(1.5)	3(1.5)
7	3(1.5)	3(1.5)
8	3(1.5)	3(1.5)
9	3(1.5)	3(1.5)
10	3(1.5)	3(1.5)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(3)^2+(2)^2+\dots+(3)^2+(3)^2+(3)^2] = 47$$

$$B_2 = 1/10[(13)^2+(17)^2] = 45.8$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 6 > F(5.12) \text{ N.S}$$

$$F = t(1-0.05/2, [(10-1)(1)(2)(9)(50-48.2)] / (10-1)(2-1)) = 1.8974$$

|R₁ - R₂| = 8 > 1.8974, se rechaza la hipótesis

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	3(1)	4(2)
2	3(1.5)	3(1.5)
3	2(1)	4(2)
4	3(1)	4(2)
5	2(1)	4(2)
6	2(1)	3(2)
7	4(1.5)	4(1.5)
8	2(1)	3(2)
9	2(2)	4(2)
10	4(1.5)	4(1.5)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(3)^2+(3)^2+\dots+(3)^2+(4)^2+(4)^2]=53.5$$

$$B_2 = 1/10[(11.5)^2+(18.5)^2]=47.45$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 21 > F(5.12) \text{ Significativo}$$

$$F = t(1-0.05/2, [(10-1)(1)(2)(9)(50-48.2)] / (10-1)(2-1)) = 1.8974$$

|R₁ - R₂| = 8 > 1.8974, se rechaza la hipótesis

Anexo XII:

Resultados de la evaluación sensorial para el atributo: Olor

Evaluación a los 0 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T ₁	T ₂
1	3(1)	4(2)
2	3(1)	4(2)
3	3(1)	4(2)
4	4(2)	1(1)
5	2(1)	3(2)
6	1(1)	4(2)
7	1(1)	4(2)
8	1(1)	4(2)
9	4(2)	3(1)
10	1(1.5)	1(1.5)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(3)^2+(3)^2+\dots+(4)^2+(3)^2+(1)^2]=53.5$$

$$B_2 = 1/10[(13)^2+(17.5)^2]=46.25$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 1.552 < F(5.12) \text{ N.S.}$$

$$A_2 - B_2$$

Evaluación a los 15 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T ₁	T ₂
1	1(1)	4(2)
2	3(2)	2(1)
3	3(1)	4(2)
4	3(1)	4(2)
5	3(1)	4(2)
6	1(1)	4(2)
7	3(1)	4(2)
8	1(1)	4(2)
9	3(1)	4(2)
10	3(1)	4(2)

T₁=Carne de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Carne de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(1)^2+(3)^2+\dots+(4)^2+(4)^2+(4)^2]=53.5$$

$$B_2 = 1/10[(11)^2+(19)^2]=48.2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 16 > F(5.12) \text{ Significativa}$$

$$A_2 - B_2$$

$$F = t(1-0.05/2, [(10 - 1)(1) (2)(9)(50-48.2)] / [(10-1)(2-1)]) = 1.8974$$

$$(10-1)(2-1)$$

|R₁ - R₂| = 8 > 1.8974, se rechaza la hipótesis

Evaluación a los 21 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	1(1)	2(2)
2	1(1)	2(2)
3	3(1)	4(2)
4	3(1)	4(2)
5	3(1)	4(2)
6	1(1)	2(2)
7	1(1)	4(2)
8	1(1)	2(2)
9	3(2)	2(2)
10	3(1)	4(2)

T₁=Came de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Came de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(1)^2+(1)^2+\dots+(2)^2+(2)^2+(4)^2] = 50$$

$$B_2 = 1/10[(11)^2+(19)^2] = 48.2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 16 > F(5.12) \text{ Significativo}$$

$$F = t(1-0.05/2, [(10 - 1)(1) \frac{(2)(9)(50-48.2)}{(10-1)(2-1)}] = 1.8974$$

|R₁ -R₂| = 8 > 1.8974, se rechaza la hipótesis

Evaluación a los 27 días de almacenamiento

Jueces	Tratamientos (K)	
(b)	T1	T2
1	3(1)	4(2)
2	1(1)	4(2)
3	1(1)	2(2)
4	1(1)	2(2)
5	3(2)	2(1)
6	1(1)	2(2)
7	3(1)	4(2)
8	1(1)	4(2)
9	2(1)	3(2)
10	1(1)	2(2)

T₁=Came de cerdo cruda sin antioxidante

T₂=Came de cerdo cruda con antioxidante

$$A_2 = [(3)^2+(1)^2+\dots+(4)^2+(3)^2+(2)^2]=50$$

$$B_2 = 1/10[(11)^2+(19)^2]=48.2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) [B_2 - (bk(k+1)^2/4)]}{A_2 - B_2} = 16 > F(5.12) \text{ Significativo}$$

$$F = t(1-0.05/2, [(10 - 1)(1) \frac{(2)(9)(50-48.2)}{(10-1)(2-1)}] = 1.8974$$

|R₁ -R₂| = 8 > 1.8974, se rechaza la hipótesis

Anexo XIII:

Resultados de la evaluación sensorial para el atributo: Olor
Evaluación a los 0 días de Almacenamiento

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	4	4			
2			3	3	
3		4			3
4	4		4		
5				4	3
6	4			4	
7		4	3		
8			2		2
9	3				2
10		3		3	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	6.1			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	3,4	0.2833	0.4564		
EE	12	7,45	0.6208			
Total	25					

Evaluación a los 15 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	4	3			
2			4	4	
3		3			4
4	4		2		
5				2	1
6	2			2	
7		2	2		
8			4		4
9	2				4
10		4		2	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	12,41			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	1.0	0.0833	0.1326		
EE	12	7,54	0.6283			
Total	25					

Evaluación a los 21 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	2	4			
2			2	2	
3		3			4
4	2		2		
5				4	2
6	3			3	
7		4	4		
8			3		3
9	3				4
10		2		4	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	5,0			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	2.6	0.21667	0.2152		
EE	12	12.35	1.0292			
Total	25					

Evaluación a los 27 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	4	4			
2			4	1	
3		3			3
4	4		2		
5				4	2
6	2			2	
7		2	2		
8			2		4
9	2				4
10		2		2	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	4.7		0.415	3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	0.6	6.0500			
EE	12	14,45	1.2042			
Total	25					

Anexo XIV:

Resultados de la evaluación sensorial para el atributo: Sabor
Evaluación a los 0 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	4	4			
2			4	3	
3		4			3
4	3		4		
5				3	2
6	3			3	
7		3	4		
8			3		4
9	3				4
10		4		3	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	2,4			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	1.0	0.08333	0.29412		
EE	12	3,4	0.28333			
Total	25					

Evaluación a los 15 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	3	4			
2			4	3	
3		3			3
4	3		4		
5				3	4
6	3			4	
7		3	4		
8			3		3
9	3				4
10		3		3	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	2.0		2.7143	3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	3.8	0.31667			
EE	12	1.4	0.11667			
Total	25					

Evaluación a los 21 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	3	3			
2			4	4	
3		3			4
4	3		3		
5				3	4
6	3			3	
7		3	4		
8			3		4
9	2				3
10		4		3	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	3.2			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	2.2	0.1833	2.75		
EE	12	0.8	0.0667			
Total	25					

Evaluación a los 27 días de Almacenamiento:

PANELISTAS	MUESTRAS				
	SA	CA	FSA	AAF	ADF
1	2	3			
2			3	2	
3		4			4
4	2		2		
5				3	3
6	4			3	
7		3	3		
8			3		4
9	3				3
10		3		4	

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	SIG
Bloques (naj)	9	2.1			3.26 5.41	NS
Tratamientos(aj)	4	2.2	0.1833	0.47312		
EE	12	4.65	0.3875			
Total	25					