



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO  
ACUOSO DE CILANTRO (*Coriandrum sativum* L) EN LA DIETA DE  
CONEJOS SOBRE LA VIDA DE ANAQUEL DE LA CARNE

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

**MARISOL RUIZ MARTÍNEZ**

ASESORES:

DRA. MARÍA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN  
M. EN C. PERLA MABEL MARÍN MENDOZA  
DRA. ESVIETA TENORIO BORROTO



El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Enero 2020.

## RESUMEN

La utilización de antioxidantes naturales como el cilantro que contiene flavonoides, polifenoles, taninos y carotenos dándole su capacidad antioxidante. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de extracto acuoso de cilantro (EAC) en la dieta de conejos y su actividad antioxidante sobre la vida de anaquel de carne de conejo.

El extracto acuoso se elaboró a razón 1:8 de hoja de cilantro y agua potable, se destinaron 84 gazapos de  $28.7 \pm 0.21$  días de edad de cruzamientos terminales de las razas Nueva Zelanda blanco y Chinchilla para la engorda en 5 semanas. El diseño experimental fue completamente al azar donde los tratamientos fueron T1= 8.4 ml de agua, T2= 4.2 ml de agua + 4.2 ml de EAC y T3= 8.4 ml de EAC y las variables fueron características físicas (pH, Temperatura) y la evaluación de la actividad antioxidante (CAT y GPx) de la carne fresca, a los 0,3,6 y 9 días de vida de anaquel, mediante pruebas enzimáticas.

El uso del EAC no influyó en los parámetros productivos, características de la canal y características físicas dando mejores resultados en la adición de EAC en la dieta de conejos en finalización que contribuye a incrementar la vida de anaquel al disminuir su oxidación.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN .....	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II ANTECEDENTES.....	3
2.1. Producción mundial de conejo.....	3
2.2. Posición de la cunicultura nacional.....	3
2.2.1. Precedente de la cunicultura en México.....	3
2.2.2. Utilidad y consumo de carne de conejo.....	4
2.3. Importancia y calidad de la carne.....	4
2.3.1. Importancia nutricional y composición de la carne de conejo.....	4
2.3.2. Calidad.....	5
2.3.3. Carne.....	6
2.3.4. Temperatura.....	6
2.3.5. pH.....	7
2.3.6 Color.....	7
2.3.7. Proteína.....	8
2.3.8. Grasa.....	8
2.4. Estrés oxidativo.....	10

2.5. Estabilidad oxidativa .....	11
2.5.1. <i>Formación de especies reactivas al oxígeno</i> .....	12
2.6 Vida de anaquel .....	13
2.7. Antioxidantes .....	14
2.7.1. <i>Antioxidantes endógenos</i> .....	14
2.7.1.1. Catalasa (CAT) .....	14
2.7.1.2. Glutación peroxidasa (GPx) .....	15
2.7.2. <i>Mecanismo de acción de los antioxidantes</i> .....	16
2.7.3 <i>Antioxidantes naturales</i> .....	17
2.8. Cilantro .....	17
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. HIPÓTESIS .....	21
V. OBJETIVOS .....	22
5.1. Objetivo general.....	22
5.2. Objetivos específicos .....	22
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
6.1. Elaboración del extracto acuoso de cilantro (EAC).....	23
6.2. Fase productiva .....	23
6.3. Manejo alimenticio .....	24
6.4. Faenado.....	24
6.5. Determinación de la capacidad antioxidante mediante técnicas enzimáticas.	25

6.5.1. <i>Obtención del extracto para determinar la actividad antioxidante y enzimática.</i> .....	25
6.5.2. <i>Determinación de la actividad de la catalasa (CAT)</i> .....	25
6.5.3. <i>Determinación de la actividad de la Glutación Peroxidasa (GPx)</i> .....	25
6.6. Análisis estadístico .....	26
VII. LÍMITE DE ESPACIO .....	27
VII. LÍMITE DE TIEMPO .....	28
VIII. RESULTADOS .....	29
IX. DISCUSIÓN .....	32
X. CONCLUSIÓN .....	36
XI. SUGERENCIAS .....	37
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos comparativos de la composición química de la carne de 5 especies pecuarias .....	5
Cuadro 2. Porcentaje de grasa intramuscular en cuatro partes de la canal de un conejo en distintos gramajes .....	10
Cuadro 3. Actividad de la enzima de acuerdo al tejido .....	14
Cuadro 4.- Mecanismos de acción de los antioxidantes .....	16
Cuadro 5. Reacciones de la Glutación peroxidasa (GPx) .....	26
Cuadro 6. Efecto de la adición del extracto acuoso del cilantro sobre el pH, color objetivo (L*, a*, b*), CAT Y GPx en carne fresca de conejo .....	30
Cuadro 7. Efecto de la adición del Extracto Acuoso del Cilantro en el tiempo (0, 3, 6 y 9 días) sobre la actividad antioxidante (CAT y GPx) en carne de conejo .....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figuras 1 y 2. Identificación de las muestras y tiempo de vida de anaquel de carne de conejo .....	34
Figura 3. Reacción enzimática catalasa (CAT) en los extractos de carne en los diferentes tratamientos .....	34
Figura 4. Reacción enzimática glutatión peroxidasa (GPx) en los extractos de carne en los diferentes tratamientos .....	35

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia los productos cárnicos han representado una pieza importante en la economía, cultura y nutrición en los consumidores de diversos países (Cury *et al.*, 2011). En la actualidad estos productos continúan representando una parte esencial para un correcto funcionamiento del organismo, siendo fundamental en el plato del bien comer por su elevada calidad nutricional. Las técnicas para la obtención de carne, las prácticas de higiene, la seguridad alimentaria, en conjunto con el hombre han evolucionado (Reichholf, 2001). La inocuidad alimentaria pudo tener sus orígenes en el siglo XVIII con la ayuda de un Médico Veterinario para evitar la ingesta de carne en mal estado, iniciando así la inspección de carnes (Paniagua, 2005).

Una dificultad de la carne se presenta en la vida de anaquel, debido a que está expuesta al oxígeno, la luz, además del desarrollo microbiano y las reacciones de oxidación que alteran la calidad nutricional y las características sensoriales provocando el deterioro de la carne, causando una coloración amarillenta, pérdida de agua, modificación de la textura y presencia de olores inadecuados (Hui *et al.*, 2006). La apariencia de los alimentos es un factor psicológico que predispone la aceptación del producto por el consumidor, el color es una cualidad sensorial importante que es altamente apreciada en primera instancia por el consumidor y esta coloración está sumamente ligada a la concentración de mioglobina (Estévez *et al.*, 2008), dando oportunidad de añadir antioxidantes en la dieta animal como aditivos a fin de retardar dichos procesos. El cilantro (*Coriandrum sativum*) es un



antioxidante natural que está ampliamente distribuido en el centro del Estado de México, además de que factores como el clima, condiciones de suelo han facilitado el cultivo y su manejo, aumentando su producción en un 90% en los últimos años (Wichtl, 1994).

Las semillas de cilantro se componen principalmente de aceite esencial (1%) y linalol (Wichtl, 1994). Estos componentes volátiles presentes en el aceite esencial de las semillas y hojas del cilantro, pueden inhibir el crecimiento de una serie de microorganismos (Delaquis *et al.*, 2002), y la inhibición de la peroxidación lipídica (Anilakumar *et al.*, 2001; Tanabe *et al.*, 2002). Las hierbas y especias poseen actividad antioxidante por su contenido de fenoles (ácido gálico, fumárico, cafeico, entre otros), flavonoides y  $\beta$ -carotenos (Madsen y Bertelsen, 1995; Schwarz *et al.*, 2001; Tanabe *et al.*, 2002).

Se ha demostrado que los aditivos sintéticos adicionados a los alimentos han inducido daño del ADN (Sasaki *et al.*, 2002). El uso de aditivos naturales como extractos de especias o especias han sido de interés, implementados como antioxidantes naturales, permitiéndoles conservar características propias de la carne mientras se encuentra en anaquel.

## II ANTECEDENTES

### 2.1. Producción mundial de conejo

El 5<sup>to</sup> lugar de la producción de carne a nivel mundial, la ocupa la carne de conejo, pero la importancia está en aumento por su alto valor dietético y su impacto en la salud (Gamboa, 2001, Viera Obschatko, 2003 y Cury *et al.*, 2011).

La producción mundial de carne de conejo en 2016 fue 1,428,085 toneladas, mismas que se produjeron principalmente en Asia (72%), Europa (20%), África (7%) y América (1%). China es el principal productor, seguido de Corea e Italia; México ocupa el primer lugar en América, con 4,448 toneladas (FAO, 2018).

### 2.2. Posición de la cunicultura nacional

#### 2.2.1. Precedente de la cunicultura en México

La carne de conejo se ha visto favorecida en restaurantes, centros comerciales y hospitales, entre otros, con incremento en el consumo (Martínez, 2008). En México es una especie primordial para combatir la pobreza y el hambre de acuerdo al oficio 106.05 emitido por SAGARPA en 2013 a través de la Coordinación General de Ganadería.

Desde la época prehispánica en México se consume la carne de conejo, pero en 1973 se empezaron a fomentar programas para la producción de conejo en el país por parte del gobierno Federal (Mendoza, 2001). Tras 25 años transcurridos, la actividad se vio amenazada por la Enfermedad Hemorrágica Viral (EHV), que afectó de forma grave la cunicultura y desde hace 20 años se ha observado muy poca importancia a la cunicultura dejándola en un sector rural de traspatio (Díaz, 2007).

La producción de carne de conejo como actividad familiar es una alternativa viable que cubre las necesidades de proteína de origen animal y puede generar ingresos (Mendoza, 2006).

### **2.2.2. Utilidad y consumo de carne de conejo**

La carne de conejo se moviliza en menor porcentaje y es considerada como categoría inferior al resto de las carnes (OIEDRUSBC, 2009), el consumo *per cápita* de carne es inferior a 100g/habitante/año (ANCUM, 2010). Texcoco, reporta el mayor consumo nacional de 250g/habitante/año. La gran cantidad de cabezas de conejo se encuentran en el centro del país, el clima de la meseta central favorece a la actividad en el Estado de México (SISPROCUNDF, 2012) con más de 500 mil cabezas, seguido de Puebla (14.7%) e Hidalgo (6.9%) (INEGI, 2007). Los municipios con mayor producción en el Estado de México son: Amecameca, Jilotepec, Atlacomulco y Texcoco, teniendo 45,000 vientres y produciendo aproximadamente 2,340 toneladas en conjunto (SAGARPA, 2012).

## **2. 3. Importancia y calidad de la carne**

### **2.3.1. Importancia nutricional y composición de la carne de conejo**

La carne de conejo se considera como una alternativa dietética por su bajo contenido de grasa comparado con el pollo, carne de cordero, res y cerdo, óptima para personas con alteraciones cardíacas, arterosclerosis, diabetes, entre otras, contiene bajos niveles de sodio y colesterol, es una carne magra rica en proteínas (Nieves, 2005; Hernández, 2011). Tiene cualidades que le permite ser libre de problemas relacionados con la terneza y retención de agua (pálido, suave y

exudativo) (Schönfeldt, 2008), es una carne con capacidad adaptativa a una dieta sana y equilibrada (Yahia, 2008). En el Cuadro 1 se puede observar dichas cualidades.

**Cuadro 1.** Datos comparativos de la composición química de la carne de 5 especies pecuarias.

---

Tipo de canal	Agua	% Grasa	Peso canal (kg)	% Proteína
Buey	64	10 – 19	250	19 – 21
Cerdo	52	30 – 35	80	12 – 16
Conejo	72	3 – 6	1.1	19 – 25
Cordero	62	20 – 25	10	11 – 16
Pescado	81	3 – 15	----	12– 21
Pollo	73	8 – 12	1.8	12 – 18
Ternera	70	8 – 10	150	16 - 22

---

Valorando la carne, como alto aporte de proteína y bajo contenido en grasa, la carne que sobresale es la de conejo (Rodríguez, 2015).

### **2. 3.2. Calidad**

La calidad es de suma importancia en los alimentos ofrecidos al consumidor, teniendo perfección y excelencia en sus cualidades para provocar la atención del

cliente y le sea atractivo de acuerdo a sus gustos, necesidades y expectativas (Mountandon, 2010).

Tal calidad se crea durante el proceso *post mortem* tras pasar diferentes cambios bioquímicos, resultado de la influencia por el cambio temperatura y en el pH, obteniendo características tales como terneza, capacidad de retención de agua y color (Maltin *et al.*, 2003; Huff-Lonergan, 2005).

### **2.3.3. Carne**

Conjunto de tejido muscular estriado, naturalmente acompañado de tejidos conectivos (fascias fibrosas y laxas, grasa, cartílago, hueso, vasos sanguíneos, nervios y nódulos linfáticos). El tamaño de la canal va estrechamente relacionado de la raza, edad, sexo y región (Blasco y Piles, 1990).

El cuerpo del animal desangrado, sin vísceras y partes no comestibles, se conoce como canal, se reconoce de igual manera la calidad como un conjunto de características que le dan a la canal la máxima aceptación y precio (Dalle Zotte 2002).

### **2.3.4. Temperatura**

Después de la muerte del animal, la temperatura muscular tiende a disminuir lenta y gradualmente, para disminuir la desnaturalización de las proteínas durante este periodo; lo más conveniente es reducir la temperatura lo más rápido como sea posible (Hui, 2006) tomando en cuenta que una temperatura menor de 10°C pero

mayor a la congelación genera la liberación de calcio hacia el sarcoplasma induciendo contracción y acortamiento del músculo, provocando cambios indeseados como la dureza de la carne, la falta de jugosidad y bajo valor nutritivo por el resultado de la baja capacidad de retención de agua consecuencia del acortamiento del músculo (mayor al 40%) resultando una exudación de los jugos internos (Suniaga, 2011), sin importar la especie, la temperatura es uno de los parámetros fundamentales a controlar en las salas de despiece, mataderos y plantas manipuladoras de carne, al igual que el pH, con la finalidad de obtener productos de calidad (Suniaga, 2011).

#### **2.3.5. pH**

Para medir el pH se tiene que realizar a los 45 minutos después de la muerte del animal y a las 24 horas respectivamente (pH<sub>45</sub> y pH<sub>24</sub>) con el objetivo de evaluar el pH final de la carne, que se establezca en un nivel óptimo (Oliver *et al.*, 1997).

Dependiendo del músculo, el pH fluctúa entre 5.6 a 5.9 sin contemplar los factores previos a la muerte del animal (Pearson y Young, 1989; Delmas y Ouhayoun, 1990) ya que se considera que el ayuno modifica el pH (Kouba, 2008).

#### **2.3.6 Color**

La coloración de la carne depende de la actividad y de la cantidad de mioglobina que contenga en el músculo (Hulot y Ouhayoun, 1999), el color es una característica de calidad en la carne, siendo esencial para el consumidor al momento de la

compra, se tiene una alta correlación entre la preferencia por el color y la decisión de compra (O'Sullivan *et al.*, 2003; Mancini y Hunt, 2005).

El color es una combinación de contenidos cromáticos y acromáticos (CIE, 1978), relacionado con el tamaño, forma, estado físico, estructura y estímulos que le rodean; la Comisión Internacional de la Iluminación (Commission International de l'Éclairage - CIE) se basa en estándares del instrumento utilizado y la iluminación de la muestra para obtener valores de tres colores primarios y a partir de ellos calcular las coordenadas de color L\* [(luminosidad, varía de 0 (negro) a 100 (blanco)], a\* [(coordenada rojo-verde puede ser positivo (+60, rojo) o negativo (-60, verde)], b\* [(coordenada amarillo-azul puede ser positivo (+60, amarillo) o negativo (-60, azul)], C (tono) y H (saturación) (Kirk, 2009; Alberti *et al.*, 2005).

### **2.3.7. Proteína**

Los músculos más importantes como *Longissimus dorsi* y músculos de la pierna contienen aproximadamente 21% de proteína y la porción magra (agua y proteína) es relativamente constante ( $73.0 \pm 2.3$  g de agua y  $20.5 \pm 1.4$  g de proteína/100g de carne) (Combes, 2004; Combes y Dalle Zotte, 2005; Dalle Zotte, 2011).

### **2.3.8. Grasa**

Hecha de cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, desempeñando funciones esenciales, entre ellas; fuente de energía, forma parte estructural de las membranas celulares y de los sistemas de transporte de nutrientes, se caracteriza

por ser insoluble en agua, ya que está constituida por carbono, hidrogeno y oxígeno (Lawrie, 1998), es responsable del aroma característico de la carne de cada especie animal (Dalle Zotte, 2002). El principal indicador de la jugosidad y sabor de la carne es la grasa intramuscular, se concentra dentro del músculo esquelético y esta deposición es regulada por algunos factores ambientales, factores metabólicos, factores nutritivos y por variaciones genéticas (Gianluca, 2012). El lomo del conejo contiene en promedio 1.8 g de lípidos en 100g de carne por lo que se considera, el corte más magro de la canal, mientras que la porción más grasosa es el brazuelo, con un contenido de lípidos promedio de 8.8 g/100g de carne (Teira, 2004), como se muestra en el Cuadro 2.



**Cuadro 2.** Porcentaje de grasa intramuscular en cuatro partes de la canal de un conejo en distintos gramajes.

---

Peso de canal	% Grasa		
	Alto (2250g – 2350g)	Medio (2000g – 2100g)	Bajo (1750g – 1850g)
Pierna delantera	6.81	6.65	6.07
<i>Longissimus dorsi</i>	0.94	0.90	0.63
Pared abdominal	5.70	5.19	4.24
Pierna trasera	3.66	3.24	2.81

---

(Gianluca, 2012).

#### **2.4. Estrés oxidativo**

Durante el almacenamiento de la carne y sus derivados, se producen procesos de oxidación que conlleva a la formación de mal sabor y color en los productos, disminuyendo su tiempo de vida en anaquel (Monahan, 2011).

La pérdida de calidad en la carne, es causado por fenómenos oxidativos particularmente por la oxidación, generando compuestos que alteran el *flavor*, color y textura de la carne (Badui, 2006). Diversas enfermedades desencadenan estrés oxidativo provocando envejecimiento prematuro, trastornos neurodegenerativos, metabólicos, digestivos y cardiovasculares (Bello, 2000), que reducen el valor

nutritivo, la calidad, el sabor y la presentación de la carne, afectando la compra y aceptación del consumidor.

Una alternativa capaz de prevenir y disminuir el desarrollo de rancidez es el empleo de compuestos naturales como inhibidores de la oxidación, con o sin actividad enzimática (Decker y Xu., 1998).

Para minimizar la oxidación de alimentos de origen animal es necesario mantener como primer paso el equilibrio antioxidante, usando técnicas de procesado que no potencien la acción pro-oxidante como son cambios bruscos de temperatura, contaminaciones fisicoquímicas y microbiológicas cruzadas, condiciones de exposición y almacenamiento de la carne, seguido del incremento de la estabilidad oxidativa del músculo, administrando antioxidantes en dietas especiales a los animales (polifenoles, flavonoides, carotenoides, selenio, entre otros) con la capacidad de disminuir el daño en el producto final (Gonzalez-Torres *et al.*, 2000; Bernabucci *et al.*, 2002; Koelsch, 2001).

## **2.5. Estabilidad oxidativa**

La degradación oxidativa está determinada por el oxígeno, el proceso puede iniciarse a partir del oxígeno activo de algunas moléculas presentes en el aire y de agentes exógenos (calor, rayos UV). La oxidación deteriora de manera rápida las proteínas y lípidos, principalmente los ácidos grasos poli-insaturados ya que produce enranciamiento, ocasionando la reducción de la vida útil y el valor nutritivo de los alimentos (Coronado, 2000; Dalle Zotte, 2010).

### **2.5.1. Formación de especies reactivas al oxígeno**

Las sustancias reactivas al oxígeno (SRO) conocidas también como radicales libres son bastante inestables ya que los electrones desapareados buscaran completar el par electrónico que anule su campo magnético, favoreciendo la colisión entre moléculas (Gil, 2010).

El ion hidroxilo, es uno de los radicales libres que presenta alta reactividad y es generado tras la captación de un electrón y un protón por un radical libre, es considerado un SRO ya que se produce por la oxidación y reducción al mismo tiempo del anión superóxido ( $O_2^-$ ) que también forma parte de los radicales libres y presenta alta reactividad, tiene la capacidad para generar nuevas SRO y es producido por la reducción monovalente del oxígeno molecular ( $O_2$ ). Estas SRO son algunas de las formadas a partir de la reducción del oxígeno, tienen su origen en fuentes fisiológicas como: la cadena respiratoria mitocondrial, donde entre el 1 y 2 % de la reducción del oxígeno a agua se libera como ( $O_2^-$ ) (Kouba, 2008; Kowalska, 2009; Gil, 2010).

El estado de estrés oxidante, se genera por una cascada de pasos intracelulares que producen un daño oxidante grave como la fragmentación del ADN, inactivación de enzimas e interacción con otras estructuras proteicas u oxidación de lípidos, esto se inicia por la interacción de las SRO con las moléculas susceptibles a oxidación excediendo a los sistemas de defensa (Kowalska, 2009).

Los antioxidantes endógenos son sistemas que componen la primera línea de defensa de antioxidantes y consiste en la inhibición de la formación de especies reactivas de oxígeno y de radicales libres a través del secuestro de iones metálicos, por reducción de hidroperóxidos y peróxidos de hidrógeno, por captación de superóxido y oxígeno, retardando los procesos (Renerre *et al.*, 1996).

Los antioxidantes que absorben radicales libres, como los compuestos polifenólicos (actúan atrapando radicales) son la segunda línea de defensa, la tercera son los mecanismos de reparación de Novo de los lípidos, proteínas y DNA alterados por la oxidación (Jan *et al.*, 1995).

## **2.6 Vida de anaquel**

Es el tiempo en que la carne es envasado en determinadas condiciones y puesto en almacenamiento hasta que este se deteriore a un estado no adecuado y poco aceptable para el consumidor y para su comercialización, la estabilidad de productos cárnicos, es afectada por cambios en el pH, temperatura, presencia de solutos, actividad de agua (aw), entre otros (Kanner, 1994).

La aceptación de la carne fresca por el comprador y consumidor depende de los resultados que provoque el crecimiento microbiano, color y oxidación durante la vida de anaquel (Zhao *et al.*, 1994).

Una de las formas de lograr mantener el color de la carne expuesta en el refrigerador del anaquel es con el uso de antioxidantes, que son usualmente aplicados para prevenir la peroxidación en las industrias alimentarias (Kotler y Armstrong, 2001).

La carne de conejo en temperatura de 4°- 5 °C tiene una vida de anaquel de 7-11 días, a partir del día 4 el sabor es ácido, en el día 7 la carne inicia a generar olores desagradables a putrefacción y en el día 11 la carne comienza con el sabor a putrefacción (Mendoza *et al*, 2008).

## **2.7. Antioxidantes**

Se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos (Liu *et al.*, 1995). Son compuestos que son capaces de retirar o inhibir la oxidación, previenen o reparan el daño de las células del cuerpo causadas por el oxígeno (Shahidi *et al.*, 2004; Tachakittirungrod *et al.*, 2007). Considerando su origen como enzimáticos o no enzimáticos y mecanismo de acción se pueden clasificar (Zhang *et al.*, 2010 y Halliwell, 1995).

### **2.7.1. Antioxidantes endógenos**

#### **2.7.1.1. Catalasa (CAT)**

En el Cuadro 3 se indica el grupo de enzimas presentes en todas las células eucariotas. Su actividad varía en función del tejido (Gil, 2010).

**Cuadro 3.** Actividad de la enzima de acuerdo al tejido

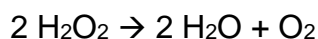
---

Tejido	Nivel de actividad
Hígado y Riñones	Elevada
Epitelios y Tejido Conectivo	Baja
Tejido Nervioso	Nula

---

(Gil, 2010).

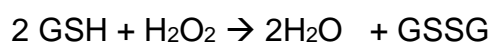
La catalasa se encuentra en las mitocondrias, peroxisomas y retículo endoplásmico (Gil, 2010), es una metaloproteína homotetramérica, su peso molecular oscila entre los 210 y 350 kDa, donde el hierro representa el 0.09% y es constituida por cuatro subunidades. Una característica es su gran capacidad para descomponer aproximadamente  $6 \times 10^6$  moléculas de  $H_2O_2$  por minuto y posee una alta afinidad por el sustrato. Su función como parte del sistema de defensa antioxidante consiste en catalizar la descomposición del peróxido de hidrógeno que se genera durante el metabolismo celular en oxígeno molecular y agua, se representa en la siguiente reacción:



La actividad de CAT puede ser inhibida por el cianuro, el sulfuro, la hidroxilamida, el paracetamol, la bleomicina, la adriamicina, la bencidina, la azida y el para quat.

#### **2.7.1.2. Glutación peroxidasa (GPx)**

Metaloenzima, con cofactores como el hierro, selenio, cobre, zinc, manganeso o níquel, que actúa durante la etapa de propagación del mecanismo de oxidación. Localizada en la mitocondria y en el citosol de las células del músculo. La glutación peroxidasa cataliza la oxidación de la glutación peroxidasa reducida (GSH) a su forma oxidada (GSSG) a expensas del peróxido de hidrógeno, mediante la siguiente reacción:



Es una proteína tetramérica de peso molecular de 85 kDa que contiene cuatro átomos de selenio unidos a la cisteína formando una selenocisteína, los cuales le confieren actividad catalítica. A diferencia de la catalasa, la glutatión peroxidasa tiene una elevada afinidad por su sustrato pero baja actividad catalítica (Gil, 2010).

### **2.7.2. Mecanismo de acción de los antioxidantes**

El efecto de los antioxidantes se determina por el lugar donde se localice, su afinidad al medio y la capacidad para donar un hidrógeno, neutralizando las distintas formas de oxígeno (Yanishlieva *et al.*, 1999). Generalmente, liberan un hidrógeno de su grupo hidróxilo (-OH), neutralizando al radical lipídico y formando un complejo radical libre-radical aceptor (Percival, 1996). En el Cuadro 4, se muestran las especies reactivas al oxígeno y su antioxidante que los neutraliza.

**Cuadro 4.** Mecanismos de acción de los antioxidantes

---

<b>Especies reactivas de oxígeno</b>	<b>Antioxidante neutralizador</b>
Peróxido de hidrógeno	Vitamina C, glutatión, beta caroteno, vitamina E, flavonoides, ácido lipoico.
Peróxidos lipídicos	Beta caroteno, vitamina E, ubiquinona, flavonoides, glutatión peroxidasa.
Radical superóxido	Vitamina C, glutatión, flavonoides.
Radical hidroxilo	Vitamina C, glutatión, flavonoides, ácido lipoico.

---

(Borek, 2004).

### **2.7.3 Antioxidantes naturales**

Los antioxidantes más conocidos e investigados a lo largo de años son: tocoferoles, tocotrienoles, sesamol, gisipol, glutatión, ascorbato, prolina, betaína, fenoles, timol, carcacrol, vitaminaC,  $\beta$ -caroteno y selenio (Jamilah *et al.*, 2008).

Los fenoles, polifenoles, flavonoides o compuestos de los aceites esenciales, tienen aplicaciones en la alimentación para prevenir la oxidación y son de fácil aceptación por la adición de ellos como las uvas, arándanos, lechuga, tomate, cilantro, cebolla, mango (Gil, 2013).

### **2.8. Cilantro**

Proviene de la familia de las *Apiáceas*. Su nombre genérico *Coriandrum* viene del griego *Korios* que quiere decir chinche (insecto), por el desagradable olor que producen sus frutos aun verdes, su nombre específico *sativum*, (planta cultivada) se considera proveniente del norte de África y el sur de Europa. Se utiliza en recetas tradicionales de distintas culturas alrededor del mundo desde hace miles de años. Las semillas secas son un ingrediente fundamental de preparaciones como el curry en la India, las hojas frescas, se consumen en varios países de diferentes continentes, también el cilantro es utilizado en muchas culturas como medicamento o remedio casero, como relajante, antiespasmódico y en problemas estomacales (Divia *et al.*, 2012).

Su raíz, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, haciendo bastante difícil su trasplante, el tallo es dicotómico, hueco y delgado, cilíndrico, suave, herbáceo y erecto, llega a medir hasta 90 cm de altura. Sus hojas tienen dos tipos



de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y dotado de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. El color es de un verde intenso o verde-amarillo. La inflorescencia es una umbela compuesta, con flores hermafroditas y estaminadas, de color blanco o ligeramente rozado, pentámera, su fruto es un esquizocarpo de tres a cinco milímetros de diámetro, esférico de color amarillo oscuro, formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra (diaquenio) y tiene estrías que son pequeños conductos que contienen aceite esencial. Cada fruto contiene dos semillas aplanadas de dos a tres milímetros de largo (Wangesteen *et al.*, 2004; Msaada *et al.*, 2014).

Contiene compuestos fenólicos (metabolitos secundarios de la planta) que son solubles en agua y pueden estar combinados con una molécula de azúcar (Guerra *et al.*, 2005). Divididos en subgrupos: ácidos fenólicos, flavonoides, flavones, glicoflavones, isoflavones, xantinas y taninos (Wangesteen *et al.*, 2004; Msaada *et al.*, 2014). Dichos compuestos también sirven como mecanismo de defensa de las plantas en condiciones de tensión ambiental, infección, luz excesiva o irradiación UV (Zou *et al.*, 2004; Salem *et al.*, 2014).

Darughe *et al.* (2012) estudiaron los efectos antioxidantes del aceite esencial de hoja y semilla de cilantro adicionado en carne para hamburguesas y encontraron que el efecto antioxidante del mismo puede deberse a la presencia de metabolitos secundarios (fenoles totales, flavonoides y taninos condensados) y a su principal

compuesto (linalool) ya que este ácido reportado con actividad de eliminación de radicales libres a lo que se le refiere su efecto antioxidante.

Por otra parte, Peethambaram *et al.* (2012) mencionan que existen gran cantidad de carotenoides presentes en los extractos de hojas de cilantro los cuales muestran un mayor potencial de eliminación de radical hidroxilo protegiendo así las células del daño oxidativo.

Elgndi *et al.* (2017) indican que en la evolución antioxidante de extractos de hojas de *Coriandrum sativum*, *Satureja montana L.* y *Ocimum basilicum L.* mediante el método de DPPH y encontró que los extractos de *Coriandrum sativum* ejercieron una reducción del radical al 50% es decir, la capacidad antioxidante de los mismos extractos, en este estudio está determinada a una concentración de 5.505 µg por ML de extracto, de igual manera la actividad de *Coriandrum sativum* exhibió la actividad antioxidante más alta de las tres plantas estudiadas.

Msaada *et al.* (2017) reportan que entre los metabolitos secundarios los compuestos fenólicos son un grupo importante dentro de la actividad antioxidante e identifico el tipo y la cantidad de compuestos presentes en los extractos de tres variedades de cilantro (tunciana, egipcia y siria) y encontró que en la variedad que existe mayor cantidad de taninos condensados y flavonoides totales presentes en los extractos hubo mayor actividad en la inhibición del radical DPPH es decir mayor efecto antioxidante.

### III. JUSTIFICACIÓN

Los fenómenos oxidativos son de los principales responsables de la pérdida de calidad en la carne y en los productos cárnicos, como consecuencia de estos procesos se generan compuestos que pueden afectar el *flavor*, color y textura de la carne, disminuyendo la aceptabilidad por parte del consumidor y reduciendo su valor nutritivo. Además, el estrés oxidativo está relacionado con la etiología de diversas enfermedades comunes en nuestra sociedad, siendo la carne un producto particularmente sensible a los procesos oxidativos (Bello, 2000).

Para minimizar la oxidación de productos como la carne se deberá incrementar la estabilidad oxidativa del músculo administrando aditivos naturales a las dietas de los animales, mantener el equilibrio antioxidante recurriendo a técnicas de procesado que no potencien la acción pro-oxidante y no disminuyan la del antioxidante y añadiendo antioxidantes de forma exógena a los alimentos (Decker,1998).

Durante el almacenamiento de la carne y los productos cárnicos la oxidación conlleva la formación de compuestos que producen un efecto negativo sobre el sabor y el color, pudiendo ser perjudiciales para la salud. Para controlarlo es importante realizar investigaciones sobre el empleo de antioxidantes y la manipulación de la dieta animal (Monahan, 2011).

#### **IV. HIPÓTESIS**

La inclusión de extracto acuoso de cilantro (*Coriandrum sativum*) en la dieta de conejos mejora la estabilidad oxidativa de la carne durante la vida de anaquel.

## V. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de 2 dosis (1.2 y 2.4) de extracto acuoso de cilantro (*Coriandrum sativum*) en la dieta de conejos, sobre la estabilidad oxidativa de la carne durante su vida de anaquel.

### 5.2. Objetivos específicos

- Medir las características físicas de la carne (color y pH) por efecto de la inclusión del extracto acuoso de cilantro en la dieta de conejos.
  
- Estudiar la actividad antioxidante de la carne mediante pruebas enzimáticas (CAT Y GPx) durante la vida de anaquel 0, 3, 6 y 9 días por efecto de la inclusión del extracto acuoso de cilantro en la dieta de conejos.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Elaboración del extracto acuoso de cilantro (EAC)

Mediante el proceso de trituración de las plantas, son liberados distintos compuestos fenólicos y para realizar el EAC se tuvo como referencia la metodología propuesta por Salem *et al.* (2014), se utilizaron 50 g de hoja de cilantro variedad Hércules y 400 mL de agua potable, proporción 1:8, se molieron en una licuadora Hamilton Beach durante 5 min a 3200 rpm y después se filtraron utilizando gasa a 4 capas y posteriormente utilizando filtro WHATMAN® número 1. El extracto obtenido se almacenó a 4 °C.

### 6.2. Fase productiva

Se usaron 84 gazapos de  $28.7 \pm 0.21$  días de edad de cruzamientos terminales de las razas Nueva Zelanda blanco y Chinchilla. Se asignaron 28 animales al azar en tres tratamientos: 1) 8.4 mL de agua o grupo control; 2) 4.2 mL de extracto acuosos de cilantro y 4.2 mL de agua (concentración 0.125 mg/g MS) y 3) 8.4 mL de extracto acuosos de cilantro (concentración 0.150 mg/g MS), donde la unidad experimental es la jaula de 7 animales. Se atomizó el extracto sobre el alimento por las mañanas y se realizó a partir del día 0 hasta la matanza.

El diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones (28 conejos) por tratamiento, donde se evaluó el efecto de los tratamientos sobre pH, color, catalasa y GPx en carne a diferentes tiempos de vida de anaquel. Los conejos se pesaron en una báscula de precisión digital TOR-REYMR MFQ-40, se pesaron al inicio del experimento, durante 5 semanas y al final de la engorda, se comenzó siempre por el mismo lado y se realizó por las mañanas con previo ayuno de 12 h para evitar datos erróneos. Se realizó una inspección general todos los días y se proporcionó tratamiento en casos necesarios.

### **6.3. Manejo alimenticio**

Los animales fueron alimentados *ad libitum* con alimento balanceado comercial peletizado (Conejina N Purina). La dieta estuvo constituida de: 15.5% de proteína, 2% de grasa, 15% de fibra, 9% de cenizas, 12% de humedad, 46.5% de extracto libre de nitrógeno, 1% de calcio y 0.55% de fósforo. La administración de alimento y el rechazo fueron registrados cada semana para estimar el consumo de alimento y la conversión alimenticia por jaula.

### **6.4. Faenado**

La matanza de los animales se realizó a los 70 días de edad con ayuno previo de 24 h, se pesó y se realizó la matanza de acuerdo a lo establecido por la NORMA Oficial Mexicana NOM-030-ZOO-1995, Especificaciones y procedimientos para la verificación de carnes, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoosanitaria y la NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne y NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

Posterior a la matanza, se midió el peso de la canal caliente (45 minutos), pH y temperatura. A las 24 horas, se midió el pH y temperatura en canal fría, con un potenciómetro de la marca Hanna. También se registraron los parámetros de color Luminosidad (L\*), rojos (a\*), amarillos (b\*), con ayuda de Colorímetro Minolta.

Se tomaron 2 muestras del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la décima costilla, fueron transportados a temperatura de 4-5 °C (durante dos horas) al Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA-FMVZ-UAEM) donde se realizó el análisis de la catalasa y Glutación Peroxidasa (GPx) obteniendo la estabilidad oxidativa en vida de anaquel a los días 0, 3, 6 y 9.

## **6.5. Determinación de la capacidad antioxidante mediante técnicas enzimáticas**

### **6.5.1. Obtención del extracto para determinar la actividad antioxidante y enzimática.**

Se utilizaron 5 g de la muestra de carne de conejo a los cuales se le agregaron 25 mL de buffer de fosfatos (50 mM, pH7) se homogenizaron con ayuda de un homogenizador IKA T18 Ultra Turrax (Staufen, Alemania), posteriormente se centrifugaron a 10,000 rpm durante 30 minutos a temperatura de 4° C (Centrifuga 5810R Eppendorf, Hamburgo, Alemania), el sobrenadante se filtró con ayuda de papel Wathman No. 4 y se almacenó durante 7 días.

### **6.5.2. Determinación de la actividad de la catalasa (CAT)**

La unidad de catalasa es definida como la cantidad necesaria para descomponer 1  $\mu\text{mol}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  por min. El peróxido de hidrógeno se puede absorber en el intervalo UV por lo cual se puede monitorear su desaparición, para medir dicha actividad se utilizó la metodología propuesta por Hernández *et al.* (2006). Para la cual se tomó 0.1 mL del extracto de la muestra y 2.9 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  11mM, y se realizó la lectura de la absorbancia al inicio y hasta completar 2 minutos, con un intervalo de 10 segundos. Se utilizó Buffer de fosfatos 50 mM, pH=7 como blanco y se realizó la lectura a 240nm. Los resultados se expresaron como U/g de carne, para determinar dicha actividad se utilizó el coeficiente de extinción molar de peróxido de hidrógeno ( $0.0436 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ).

### **6.5.3. Determinación de la actividad de la Glutación Peroxidasa (GPx)**

Para evaluar la actividad de la enzima se siguió la metodología propuesta por Hernández *et al.* (2006) con algunas modificaciones. El método se basa en evaluar la disminución de la absorbancia del NADPH por acción de la enzima ya mencionada en presencia del peróxido de hidrógeno. Se utilizó el Glutathione Peroxidase Cellular Activity Assay Kit (SIGMA ALDRICH). El preparado de la reacción se llevó a cabo según lo muestra el Cuadro 5. Se colocó en tubos eppendorf de 2 ml y se dejó reposar durante 90 minutos a temperatura ambiente.



Se leyó la absorbancia, a 240 nm. Se usó el coeficiente de extinción molar ( $6.22\text{mm}^{-1}\text{ cm}^{-1}$ ) para calcular la concentración de NADPH. Los resultados se expresaron como U/100g de carne, una unidad de GPx es definida como la cantidad de extracto requerido para oxidar  $1\mu\text{mol}$  de NADPH por minuto.

**Cuadro 5.** Reacciones de la Glutatioón peroxidasa (GPx).

---

	Buffer GPx ( $\mu\text{l}$ )	NADPH ( $\mu\text{l}$ )	MUESTRA ( $\mu\text{l}$ )	30 mM t-Bu-OOH ( $\mu\text{l}$ )
Blanco	313.33	16.66		3.33
Muestra	310	16.66	16.66	3.33

---

SIGMA ALDRICH, 2006.

**6.6. Análisis estadístico**

Los datos se analizaron utilizando el Modelo Lineal General de Procedimientos utilizando el software estadístico SAS (1991) donde se realizó un análisis de varianza unidireccional para los tratamientos y las variables físicas y químicas de la carne se calculó a un nivel de confianza del 95%.

### **VII. Límite de espacio**

Se realizó en la granja Matriz DISCONNESA, localizada en Nezahualcóyotl, Estado de México a una latitud de 19° 24'00" N y 98° 59' 20"O, a 2220 msnm. La temperatura media anual es de 20 °C y la precipitación media anual de 774 mm y posteriormente las muestras se llevaron al laboratorio del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA-FMVZ-UAEM), localizado en Kilómetro 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atlacomulco, Toluca, Estado de México.

## VII. Límite de tiempo

**2019**

ACTIVIDAD	JUL	AGO	SEP	OCT
Elaboración y aprobación del protocolo	X	X	X	
Muestreo				X
Realización de Pruebas				X
Análisis de Resultados				X
Revisión Bibliográfica	X	X	X	X
Liberación de Tesis				X

## VIII. RESULTADOS

En el Cuadro 6 no se observan diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para la variable de pH y temperatura a las 24 horas. Lo que indica que las muestras se tomaron de forma adecuada (Figura 1).

Con respecto a la variable color, se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en los valores luminosidad ( $L^*$ ) y tonos amarillos ( $b^*$ ), siendo para  $L^*$  el tratamiento 2 el que presenta valores más oscuros, aunque los tres parámetros se encuentran dentro de la normalidad para la especie estudiada.

Con lo que respecta a la variable  $b^*$  también se observaron diferencias estadísticamente significativas siendo el tratamiento 3 quien incremento el valor hasta 6.92, lo que indica que los tonos amarillos fueron mayores en comparación a los demás tratamientos.

Los tonos rojos ( $a^*$ ) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

En relación a las variables de la actividad antioxidante catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Figura 2 y 3).

**Cuadro 6.** Efecto de la adición del extracto acuoso del cilantro sobre el pH, color objetivo (L\*, a\*, b\*), CAT Y GPx en carne fresca de conejo.

Variable	Tratamientos			EEM	P≤
	1	2	3		
pH 24hrs	5.67	5.62	5.67	0.044	0.674
T°24hrs	12.92	13.68	13.34	0.239	0.658
L*	57.04 <sup>b</sup>	55.68 <sup>c</sup>	58.47 <sup>a</sup>	0.697	0.045
a*	2.10	2.76	2.84	0.243	0.102
b*	5.54 <sup>c</sup>	5.92 <sup>b</sup>	6.92 <sup>a</sup>	0.255	0.004
Catalasa	11.94	8.24	9.63	0.234	0.544
U/g					
Glutación peroxidasa U/100g	0.04	0.05	0.05	0.005	0.349

Tratamiento 1 (8.4mL de agua) Tratamiento 2 (4.2 mL de agua potable + 4.2mL de extracto acuoso de cilantro) tratamiento 3 (8.4mL de extracto acuoso de cilantro), EEM (error estándar de la media), T° (temperatura), L\* (Luminosidad) a\* (Tonos rojos), b\* (Tonos amarillos), CAT (Catalasa), GPx (Glutación Peroxidasa), (a,b,c) Literales diferentes, muestran defenecías estadísticas.

Durante el almacenamiento de la carne se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) para el análisis enzimático de glutación peroxidasa (Fig.4) ya que a medida que transcurrieron los días se observa un decaimiento de la actividad de la enzima en el Cuadro 7. Sin embargo, para catalasa no se observaban diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) (Figura 2 y 3).

Evaluación de la actividad antioxidante del extracto acuoso de cilantro (*Coriandrum sativum L*) en la dieta de conejos sobre la vida de anaquel de la carne.

**Cuadro 7.** Efecto de la adición del extracto acuoso del cilantro en el tiempo (0, 3, 6 y 9 días) sobre la actividad antioxidante (CAT y GPx) en carne de conejo.

Variable	Tiempo (días)				EEM	P≤
	1	3	6	9		
CAT U/g	9.54	9.08	10.11	11.0	2.09	0.919
GPX U/100g	0.06 <sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.04 <sup>c</sup>	0.03 <sup>d</sup>	0.004	0.005

CAT (catalasa), GPx (Glutación Peroxidasa), EEM (error estándar de la media), (<sup>a,b,c,d</sup>) Literales diferentes, muestran defenecías estadísticas.

## IX. Discusión

Descalzo *et al.* (2007) han demostrado diferencias en  $a^*$  y  $b^*$  en carne de novillos alimentados con extractos de hiervas frescas con  $\alpha$  y  $\beta$ caroteno presentes en altas concentraciones. Resultados diferentes en el presente experimento para la variable  $a^*$ , aunque la literatura reporta que la semilla de cilantro contiene cantidades importantes de  $\beta$ -carotenos.

Dal Bosco *et al.* (2014), reportaron diferencias en tonos rojos y amarillos asociadas a la presencia de carotenoides y taninos en los extractos en carne de conejos, alimentados con extractos de espirulina y tomillo, al igual que Mancini *et al.*, 2015 encontraron presencia de carotenoides y taninos en el extracto de ginger adicionado en dietas de conejo y su efecto en carne.

Gatellier *et al.* (2004) informaron un efecto importante de una dieta basada en forraje verde que contiene vitamina E, en la creciente actividad de ese sistema enzimático antioxidante mediante la actividad de SOD. Los resultados del presente estudio son similares a los de Hoac *et al.* (2006) quienes informaron que la actividad de la GPx en la carne de pato no fue significativa ya que los extractos que incluyeron en las dietas no eran ricos en  $\beta$ -carotenos.

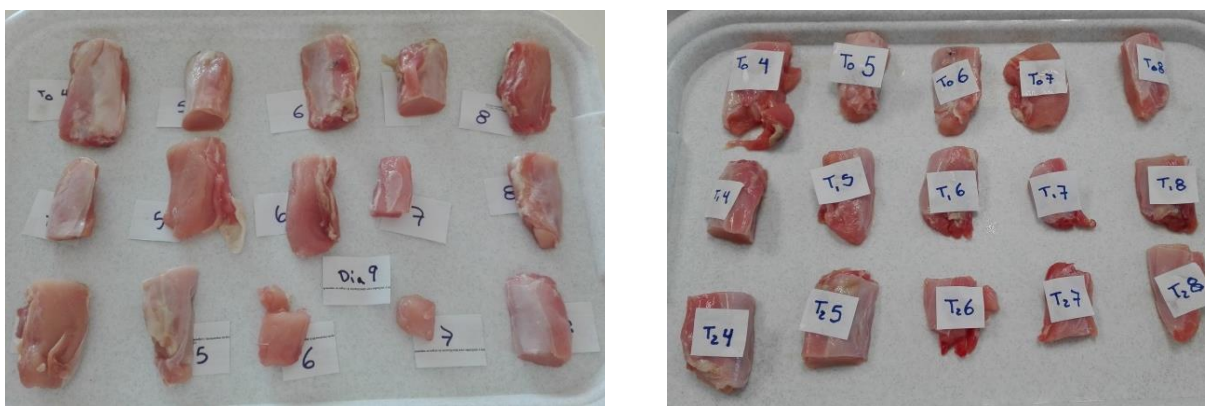
Con respecto a CAT, Renerre *et al.* (1996; 1999) observaron una mayor actividad de ese sistema enzimático en la carne de animales alimentados con dietas suplementadas con vitamina E.

Esos datos mostraron que la actividad CAT de la carne, que es más roja en todas las piezas de pollo, era más alta que el pecho, que es blanco (Carabaño *et al.*, 2010).

Renerre *et al.* (1996) mostró un resultado el músculo oxidativo que tenía una mayor actividad enzimática que el músculo glucolítico. Si bien estos resultados apoyan una mayor expresión de enzimas antioxidantes en el ambiente altamente oxidativo de tejidos vivos, no corroboran el papel de estas enzimas en el músculo *post mortem* pañuelos de papel o carne (Bekhit *et al.*, 2013).



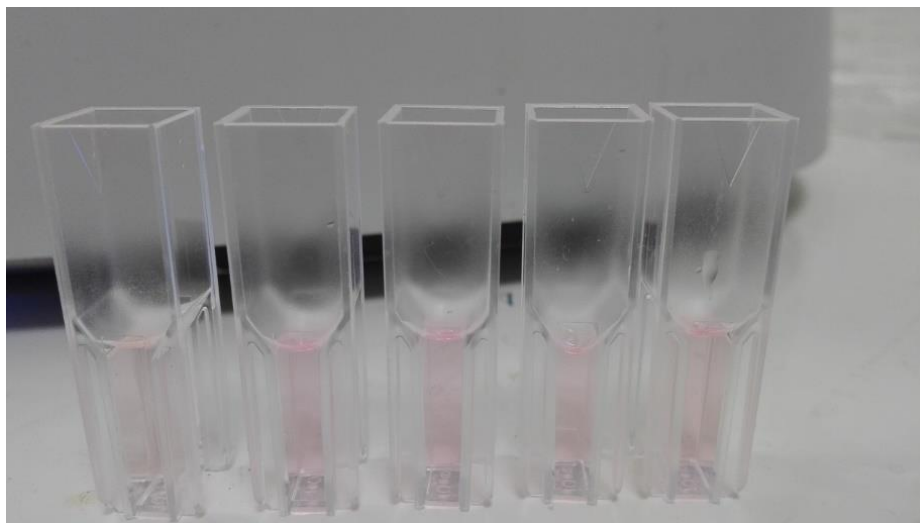
Evaluación de la actividad antioxidante del extracto acuoso de cilantro (*Coriandrum sativum L*) en la dieta de conejos sobre la vida de anaquel de la carne.



**Figuras 1 y 2.** Identificación de las muestras y tiempo de vida de anaquel de carne de conejo.



**Figura 3.** Reacción enzimática catalasa (CAT) en los extractos de carne en los diferentes tratamientos.



**Figura 4.** Reacción enzimática glutathione peroxidasa GPx en los extractos de carne en los diferentes tratamientos.

## X. CONCLUSIÓN

El cilantro adicionado como extracto acuoso en la dieta de conejos minimiza la oxidación de la carne fresca por su alta cantidad de fenoles totales presentes ayudando a aumentar la vida de anaquel.

Las dosis utilizadas del extracto acuoso de cilantro (EAC) no alteraron ningún proceso, lo que nos indica que los compuestos presentes en el cilantro como ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides o taninos no interfieren en la digestibilidad de los nutrientes de la dieta, en estudios realizados con anterioridad, sin embargo, las diferencias observadas en la vida de anaquel de la carne para el indicador b\* (en tonos amarillos) se asocian a la presencia de carotenoides y taninos.

El almacenamiento de la carne en refrigeración obtuvo resultados positivos a la adición de EAC, en función del análisis enzimático de glutatión peroxidasa, el cual mostró que a medida que trascurrían los días se observaba un decaimiento de la actividad de la enzima durante el tiempo de almacenamiento.

Los resultados obtenidos sugieren que el EAC es una alternativa como aditivo natural antioxidante para ser incorporada en el alimento de conejos y aumentar la vida de anaquel.

## **XI. SUGERENCIAS**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se sugiere la realización de algún trabajo que indique cuales son los componentes antioxidantes que tiene el cilantro producido en México así cómo cual es el componente en concreto que es responsable de la mejora en la vida de anaquel de la carne, pues los resultados del presente sólo sugieren en función de la literatura revisada.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberti P., Panea B., Ripoll G., Cañeque V., Olleta J.L., Hegueruela I., Campo M.M. y Serra X. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) pp. 291-299. INIA.
- Anilakumar, K. R., Nagaraj N. S., Santhanam, K. 2001. Effect of coriander seeds on hexachlorocyclohexane induced lipid peroxidation in rat liver. *Nutrition Research*, 21, 1455–1462.
- ANCUM. Asociación Nacional de Cunicultores de México. 2010. Disponible en <http://www.ancum.com.mx/>.
- Badui, S. 2006. *Química de los Alimentos* (4ta Ed. ed.).
- Bekhit, A. E. D. A., D. L. Hopkins, F. T. Fahri, and E. N. Ponnampalam. 2013. Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: Sources, markers, and remedies. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12:565-597.
- Bello, G. J., Astiasarán A. I. 2000. *Alimentos Composición y Propiedades*. Mc Graw Hill Interamericana. España.
- Bernabucci U, Ronchi B, Lacetera N, Nardote A. 2002. Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. *J. Dairy Sci.* 85: 2173-2179.
- Paniagua, B. 2005. Conejos para carne: algunas consideraciones. [Disponible en:] <http://www.engormix.com/MA-cunicultura/articulos/conejos-carne-algunasconsideraciones-t178/103-p0.htm>
- Borek C. 2004. Dietary antioxidants and human cancer Integrative cancer therapies, 3(4) p.333-341.
- Blasco A, Piles M. 1990. Muscular pH of the rabbit. *Animal Zootechnian* 39: 133-136.

- Carabaño R., J. Piquer, D. Menoyo, I. Badiola. 2010. The digestive system of the rabbit. In: Nutrition of the rabbit. de Blas C. (ed). Univesidad Politenica, Madrid, J. Wiseman, University of Nottingham, UK: 1-18.
- C.I.E., 1978. International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color Difference Equations, Psychometric Color Terms. Supplement No. 2 to C.I.E. publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/(TC-1.3) 1978. Bureau Central de la C.I.E., Paris, France.
- Combes S. 2004. Nutritional value of rabbit meat: a review. INRA Producción Animal; 17(5):373-383.
- Combes S., Dalle Zotte A. 2005. La viande de lapin: valeur nutritionnelle et particularités technologiques. Journées Recherche Cunicole, 2005 November, Paris, France, 167-180.
- Coronado S.A, Trout G.R, Dunshea F.R, Shah N.P. 2000. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. Meat Science (62) P.217-224.
- Cury K., Martínez A., Aguas Y., Oliveros R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Revista Colombiana Ciencia Animal; 3(2):269-282.
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Bianchi, L., Mugnai, C. 2014. Effect of dietary  $\alpha$ -linoleic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. Meat Sci. 66:407-413.
- Dalle Zotte A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock Production Science; 75(1):11-32.

- Dalle Zotte A. 2010. Dietary advantages: rabbit must tame consumers. *Viandes et Produits Carnés*, 23, 161-167.
- Dalle Zotte A and Zcendro Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Sciencie*; 88(3):319-331.
- Darughe, F., Barzegar, M., y Sahari, M. A. 2012. Antioxidant and antifungal activity of Coriander (*Coriandrum sativum L.*) essential oil in cake. *International Food Research Journal*, 19(3), 1253-1260.
- Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., Mazza, G. 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*; 74, 101–109.
- Delmas D., J. Ouhayoun .1990. Technologie de l'abattage du lapin I. Etude descriptive de la musculature. *Viandes et Produit Carnés*, 11: 11-14.
- Decker EA, Xu Z. 1998. Minimizing rancidity in muscle foods. *Food Technology* 52: 54-59.
- Descalzo, A.M., Insani, E.M., Biolatto, A., Sanchop, A.M., Garcia, P.T., Pencil, N.A., Josifovich, J.A. 2007. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/ oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.* 70:35-44.
- Díaz J.H., C.M. Martínez, L.C Galves .2007. Zootecnia Cunícola. UNAM. Disponible en: [www.fmvz.unam.mx/fmvz/p.../unidad\\_10\\_zootecniacunicola.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p.../unidad_10_zootecniacunicola.pdf). Consultado 23 Agosto del 2019
- Divia, E., López-Malo-Vigil, A., y Sosa-Morales, M. E. 2012. Composición y caracterización de los aceites esenciales de hoja y semilla de cilantro (*Coriandrum sativum L.*). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(1), 97-103.

- Elgndi, M. A., Filip, S., Pavlić, B., Vladić, J., Stanojković, T., Žižak, Ž., y Zeković, Z. 2017. Antioxidative and cytotoxic activity of essential oils and extracts of *Satureja montana L.*, *Coriandrum sativum L.* and *Ocimum basilicum L.* obtained by supercritical fluid extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, 128, 128-137.
- Estévez M, Cava R. 2006. Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Science* (72) 348-355.
- Estevez M, Heinonen M, Baron CP. 2011. Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular nutrition & Food Research*, 55: 83-95.
- FAO. (Food and Agriculture Organization). 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad-einocuidad-de-la-carne/calidad-de-la-carne/es/>.
- Fennema OR, Brake NC. 1999. Lipolysis and lipid oxidation in frozen minced mackerel as related to Tg', molecular diffusion, and presence of gelatin. *Journal of Food Science*, 64:25-32.
- Gamboa R.C. 2001. Estudio de Mercado de la Carne de Conejo en el Municipio de Texcoco. Tesis en maestría Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad en Ganadería, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México Agosto.
- Gatellier, P., Mercier, Y., Renner, M. 2004. Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. *Journal of Meat Science*. 67:385-394.
- Gianluca, J. 2012. Measuring physical properties of foods. *Food Technology*. 49: 54-63.



- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant physiology and biochemistry*. (49) p. 909-930.
- González-Torres, M. C., Betancourt-Rule, M., y Ortiz-Muñiz, R. 2000. Daño oxidativo y antioxidantes. *Bioquímica*. 25(1), 3-9.
- Guerra N.B., Melo E.A., Filho J.M. 2005. Antioxidant compounds from coriander (*Coriandrum sativum L.*) etheric extract, *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 193 – 199.
- Gray JI, Gomaa EA, Buckley DJ.1996. Oxidative quality and shelf life of meats *Journal of Meat Science*, 43: 111-123.
- Grün IU, Ahn J, Mustapha A. 2007. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology*, 24: 7-14.
- Halliwel B. 1995. Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition. Review*. 52: 253-265.
- Hernández P., Gondret F. 2006. Rabbit Meat Quality. In: Maertens L., Coudert P. (Eds.). *Recent Advances in Rabbit Sciences*. ILVO, Merelbeke, Belgium, p.p. 269-290.
- Hernández, P. 2011. Carne de conejo como alimento funcional. *Cunicultura*; 37(218):21-24.
- Hoac, T., C. Daun, U. Trafikowska, J. Zackrisson, y B. Akesson. 2006. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat. *Innov. Food Science. Emerg. Technol.* 7:88-93.

Hulot, F., Ouhayoun, J. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Science*. 7:15-36.

Hui Y.H. 2006. *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Limusa. México. p.p. 634.

Huff-Lonergan E, Lonergan SM. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. Elsevier (71) p. 194-204.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2007. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>

Jamilah, M.B. Abbaa, K.A., Abdul R.R. 2008. Review on some Organic Acids Additives as Shelf-Life Extenders of Fresh Beef Cuts. *American Journal Agriculture and Biology Science*, 3:566-574.

Jan F, Bellomo G, Montedoro GF, Galli C .1995. Low density lipoprotein oxidation is inhibited in vitro by olive oil constituents *Atherosclerosis*.117: 25-32.

Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. *Meat Science*, 36: 169–189.

Kirk R.S., Sawyer R., Egan H. 2009. *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. Editorial Patria. México. P.p. 115-132.

Kotler P, Armstrong G. 2010. Principles of marketing Pearson education. *Production*. 99:369-392.

- Koelsch S, Smith B. 2001. Fortaleciendo las barreras contra las infecciones felinas: Los beneficios de las dietas enriquecidas con antioxidantes. *Waltham Focus* 11: 32-33.
- Kowalska, D., and P. Bielański. 2009. Meat quality of rabbits fed a diet supplemented with fish oil and antioxidant. *Animal Science Papers and Reports* 27: 139-148.
- Kouba M., Benatmane F., Blochet J.E., y Mourot J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science* 80:829–834.
- Lawrie, R. A. 1998. The eating quality of meat. In R. A. Lawrie (Ed.), *Meat Science* (6th ed.). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Liu, X., Dong, M., Chen, X., Jiang, M.L.v.X., Yan, G. 2007. Antioxidant activity and phenolics of an endophytic *Xylaria* sp. from *Ginkgo biloba*. *Food Chemistry*. 105: 548–554.
- Lichtenstein A H, Jones P H. 2001. Lipids: Absorption and transport. En, *Present Knowledge in Nutrition*. (8ª ed). B A Bowman, R M Russell (eds).
- Littell, R. C. 1991. SAS system for linear models (No. 04; QA276. 4, L5 1991).
- Madsen, H. L., y Bertelsen, G. 1995. Spices as antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 271–277.
- Maltin C, Balcerzak D, Tilley R, Delday M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness *Proceedings of the Nutrition Society*. (63) p. 337-347.
- Mancini R.A., Hunt M.C. 2005. Current research in meat color. 51st International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST) *Meat Science*. 71:100-121.
- Martínez M. 2008. La Carne de conejo como Alimento Funcional, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Mendoza B. 2001. Situación de la cunicultura en México. Ciclo internacional de conferencias en cunicultura empresarial. UACH.
- Mendoza B, Santos E.A., Zuñiaga A. 2006. Conservación de la carne de conejo empacada al vacío. Tesis de Posgrado.
- Monahan FJ, López-Andrés P, Luciano G, Vasta V. 2011. Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of *longissimus dorsi* muscle from lambs fed a tannin-containing diet. Food Chemistry, - Elsevier (124) p. 1036-1042.
- Montaudon, T.C. 2010. Explorando la noción de calidad, Acta Universitaria, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, 2010, pp. 50-56 Universidad de Guanajuato México.
- Morrissey P., Buckley D.J., Galvin K. 2000. Vitamin E and the oxidative stability of pork and poultry. In: Decker E., Faustman F., López-Bote C. (Eds). Antioxidants in muscle foods. Wiley y Sons, Inc. Publication, New York, USA, p.p. 263- 287.
- Msaada K, Jemia M.B., Salem N., Bachrouch O., Sriti J., Tammar S., Bettaieb I., Jabri I., Kefi S., Limam F., Marzouk B. 2014. Antioxidant activity of methanolic extracts from three coriander (*Coriandrum sativum L.*) fruit varieties. Arabian Journal of Chemistry. 1-8.
- Msaada, K., Jemia, M. B., Salem, N., Bachrouch, O., Sriti, J., Tammar, S., y Marzouk, B. 2017. Antioxidant activity of methanolic extracts from three coriander (*Coriandrum sativum L.*) fruit varieties. Arabian Journal of Chemistry, 10, S3176-S3183.
- Nieves D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. Guanare, Venezuela: Tesis opción al título de Máster en Producción Animal. Universidad Ezequiel Zamora. P.p. 23-28.
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-ZOO-1995. Especificaciones y Procedimientos para la verificación de carnes, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoonosanitaria.

Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

OIEDRUSBC. 2009. Desarrollo Rural Sustentable de Baja California OEIDRUS-BC. Disponible en: <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/>.

Oliver M.A., Guerrero L., Diaz I., Gispert M., Pla M., Blasco A. 1997. The effect of fat-enriched diets on the perirrenal fat quality and sensory characteristics of meat from rabbits. *Meat Science.*, 47:95-103  
Pla M, Cervera C. 1996. The effect of diet fat type on carcass composition and meat quality in the rabbit. *Cuniculture* 20: 179-184.

O'sullivan M.G., Byrne D.V., Martens H., Gidskehaug L.H., Andersen H.J., Martens M. 2003. Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis *Meat Science.* 65: 909-918.

Renerre, M., Dumont, F., Gatellier, P. 1996. Antioxidant enzyme activity in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. *Meat Sci.* 43:111-121.

Renerre, M., Poncet, K., Mercier, Y., Gatellier, P., Métro, B., 1999. Influence of dietary fat and vitamin E antioxidant status of muscles of turkey. *J. Agr. Food Chem.* 47:237-244.

Reichholf, J. H. 2001. La aparición del hombre (Vol. 67). Grupo Planeta (GBS).

Peethambaram, S. K., Arora, S., Singh, S., y Singh, A. P. 2012. Phytochemicals, microRNAs, and Cancer: Implications for Cancer Prevention and Therapy. In *Mitochondria as Targets for Phytochemicals in Cancer Prevention and Therapy* (pp. 187-206). Springer, New York, NY.

Pearson, A. M., y R. B. Young. 1989. Muscle and Meat Biochemistry. Academic, San Diego. 67:56-68.

Percival M. 1996. Antioxidants. Clinical Nutrition Insights; Advanced Nutrition Publications Inc.76:45-49.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México). 2012. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx> (Accesado en Septiembre de 2017).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México). 2013. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx> (Accesado en Septiembre de 2017).

Salem, A. Z., Ryena, A. C., Elghandour, M. M., Camacho, L. M., Kholif, A. E., Salazar, M. C., and Mariezcurrena, M. A. 2014. Influence of *Salix babylonica* extract in combination or not with increasing levels of minerals mixture on in vitro rumen gas production kinetics of a total mixed ration. Italian Journal of Animal Science, 13(4), 3110.

Sasaki, Y. F., Kawaguchi, S., Kamaya, A., Ohshita, M., Kabasawa, K., Iwama, K., Taniguchi, K., and Tsuda, S. 2002. The comet assay with 8 mouse organs: Results with 39 currently used food additives. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 519, 103–119.

Schönfeldt H, Gibson N. 2008. Changes in the nutrient quality of meat in an obesity context. Journal of Meat Science. 80(1):20-27.

Schwarz, K., Bertelsen, G., Nissen, L. R., Gardner, P. T., Heinonen, M. I., Hopia, A., Huynh-Ba, T., Lambelet, P., McPhail, D., Skibsted, L. H., y Tijburg, L. 2001. Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radicalscavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds. European Food Research and Technology, 212: 319–328.

Shahidi, F., Naczk, M. 2004. Phenolics in Food and Nutraceuticals. CRC Press, Boca Raton, FL p.p. 37-42.

SISPROCUNDF. Sistema Producto Cunicola del Distrito Federal. 2012. Disponible en: [sistemaproductocunicola.org.mx/cunicola.html](http://sistemaproductocunicola.org.mx/cunicola.html).

Strack, F., y Neumann, R. 1996. "The spirit is willing, but the flesh is weak": Beyond mind-body interactions in human decision-making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 65, 300-304.

Suinaga, C.A., 2011. Área de Alimentación HANNA INSTRUMENTS S.L <http://www.hannainst.es/biblioteca/index.php?pg=0&CodApartado=54&CodTem a=14>.

Tachakittirungrod, S., Okonogi, S., Chowwanapoonpohn, S. 2007. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. *Food Chemistry*. 103, 381–388.

Tanabe, H., Yoshida, M. y Tomita, N. 2002. Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*, 73, 389–393.

Teira, G.A. 2004. Actualidad y Perspectivas de un componente principal de calidad de carnes bovinas: La terneza. *Ciencia, Docencia y tecnología*, mayo, Año/Vol. XV. Número 028. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concepción del Uruguay, Argentina p.p. 215- 244.

Viera, D. y Obschatko, E.S. 2003. Fortalezas y debilidades del sector agroalimentario: carne de conejo. IICA. p.p. 27.

Wangensteen, H., Samuelsen, A.B., Malterud, K.E. 2004. Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chemistry*. 88: 293–297.

Wichtl, M. W. 1994. *Herbal drugs and phytopharmaceuticals*. Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers.

Yahia N, Achkar A, Abdallah A, Rizk S. 2008. Eating habits and obesity among Lebanese university students. *Nutrition Journal*; 7(32):1-6.

Yanishlieva NV, Marinova EM, Gordon MH, Raneva VG. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. Food Chemistry 64: 59-66.

Zhang MW, Zhang RF, Zhang FX. 2010. Phenolic profiles and antioxidant activity of black rice bran of different commercially available varieties. Journal of agricultural and food chemistry (13) 7580- 7587.

Zhao, Y., Wells, J.H., McMillen, K.W. 1994. Application of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats: Review. Journal of Muscle Foods, 5, 299-328.

Zou, Y.P., Lu, Y.H., Wei, D.Z. 2004. Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum L.* in vitro. J. Agric. Food Chemistry. 52: 5032–5039.