



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia



El efecto de la suplementación de diferentes niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) en el comportamiento productivo y en las características químicas de la canal de conejos

Tesis individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Presenta:**

Mary Karen Tovar Carreño

**Dirigido por:**

Dra. María Guadalupe Bernal Santos

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Noviembre 2014

## RESUMEN

Se diseñó el presente estudio con el objetivo de examinar el efecto de diferentes niveles del ácido linoléico conjugado (CLA) en la dieta de conejos de la raza Nueva Zelanda en engorda, sobre su comportamiento productivo y las características químicas de su carne. Se emplearon 116 conejos de 30 días de edad, distribuidos en dos bloques al azar entre 4 tratamientos: 1) control, sin CLA; 2) 15.52 mg de CLA/kg de peso metabólico (PM); 3) 31.04 mg CLA/kg PM; y 4) 62.08 mg CLA/kg PM. Los animales recibieron un alimento comercial con 18% de proteína cruda (Malta Texo de México, S.A. de C.V.). El CLA utilizado fue Lutrell® (BASF), el cual contenía 20% de CLA (50% cis-9, trans-11, y 50% trans-10, cis-12). Los animales se pesaron al inicio del experimento y cada semana durante 60 días, hasta el sacrificio. El consumo de alimento se midió semanalmente. No se encontraron diferencias significativas ( $P>0.1$ ) entre tratamientos para el peso final de  $2.67\pm 0.227$  kg, la ganancia diaria de peso de  $34.2\pm 3.6$  g/d, consumo de materia seca de  $120\pm 14$  g/d, conversión alimenticia de  $3.5\pm 0.4$  kg ni para el rendimiento en canal de  $52\pm 3\%$ . La composición química de las canales tampoco resultó diferente ( $P>0.1$ ), siendo la concentración de Proteína Cruda (PC) de  $58.7\pm 3\%$ , Extracto etéreo (EE) de  $22.5\pm 4\%$  y la Energía Bruta (EB) de  $5364\pm 328$  kcal /kg).

Ninguno de los niveles de CLA causó un detrimento significativo en la utilización de los nutrimentos por parte de los animales.

### **Palabras claves**

Ácido linoléico conjugado, carne de conejo, comportamiento productivo, composición química de la canal.

## SUMMARY

The study was designed to examine the effect of different levels of conjugated linoleic acid (CLA) in the diet of New Zealand growing rabbits on their productivity and the chemical characteristics of their meat. 116 rabbits 30 days of age were distributed into a completely randomized blocks design into 4 treatments: 1) control, no CLA; 2) 15.52 mg of CLA/kg metabolic body weight (MBW); 3) 31.04 mg CLA/kg MBW, and 4) 62.08 mg CLA/kg MBW. Animals received a commercial feed with 18% crude protein (Malta Texo of Mexico, SA de C.V.). CLA used was Luttrell<sup>®</sup> (BASF), which contains 20% CLA (50% cis-9, trans-11 and 50% trans-10, cis-12). Animals were weighed at the beginning of the experiment and every week for 60 days, until slaughter. Feed intake was measured weekly. No significant differences ( $P > 0.1$ ) were found among treatments for final weight ( $2.67 \pm 0.227$  kg), daily weight gain ( $34.2 \pm 3.6$  g/d), dry matter intake ( $120 \pm 14$  g/d), feed conversion ( $3.5 \pm 0.4$  kg) and carcass yield ( $52 \pm 3\%$ ). Carcass chemical composition was not different ( $P > 0.1$ ), with averages of crude protein of  $58.7 \pm 3\%$ , ether extract of  $22.5 \pm 4\%$ , and gross energy of ( $5364 \pm 328$  kcal/kg). None of the CLA levels evaluated caused a significant detriment in the utilization of nutrients by the animal.

### **Key words:**

Conjugated linoleic acid, rabbit meat, productive performance, carcass chemical composition

## DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de estudiar una de las mejores carreras que existe en el mundo y siempre estar ahí.

A mi mamá, papá y hermana que siempre estuvieron apoyándome en cada paso que daba para realizar la tesis; así como en cada paso de mi vida y que nunca dejaron que me rindiera, que siempre me recordaban la frase “Nada está perdido mientras haya la ilusión por encontrarlo”.

A la Dra. Bernal por darme la oportunidad y confianza de realizar unos de sus proyectos de investigación.

A todos mis amigos que estuvieron apoyándome y dándome jalones de orejas.

A mi madrina Rosina por regalarme palabras de aliento y nunca dejarme que me rindiera.

## AGRADECIMIENTOS

A mi papá, mi angelito de mi guarda, por ser el pilar de mi educación por siempre darme lo mejor, enseñarme que en la vida hay que luchar por lo que más queremos y nunca dejarnos caer siempre saltar esos obstáculos que se ponen en el camino de la vida. De verdad muchas gracias papá por ayudarme en el proyecto de la tesis. Te amo papi.

A mi mamá por mi fuerza y mi apoyo en cada paso que doy y nunca dejarme que me rinda. También por amarme y darme mucho cariño; por siempre estar y en las buenas y los malos momentos de mi vida. De verdad gracias mama por ayudarme en el proyecto de la tesis. Te amo mami.

A mi hermana (Bebe) mi niña querida por estar siempre a mi lado apoyándome y echándome porras para nunca dejarme caer. De verdad muchas gracias por ayudarme en algo que te daba demasiado asco pero de verdad muchas gracias por tu ayuda bebe.

A la Dra. Bernal por ser mi directora, asesora y una excelente amiga ya que me dio la oportunidad y la confianza de ser la encargada de realizar un proyecto de investigación y me enseñó muchas cosas sobre la nutrición animal así como de la vida.

A la Dra. Tércia Reis de Souza, a la M. en C. Araceli Aguilera Barreyro, al M. en C. Konigsmar Escobar García, y al M. en C. José Guadalupe Gómez Soto por instruirme dentro del Laboratorio de Nutrición Animal porque estuvieron al pendiente de mí.

Al Dr. Mosqueda por ser mi asesor indirecto, enseñarme mucho de la vida, por darme jalones de orejas cuando más lo necesitaba.

A la Dra. Andrea por ser mi tutora durante toda la carrera y sobre todo una gran amiga.

A Eli (tostada) por estar siempre en las buenas y las malas y ser las mejores amigas que se tiene durante la carrera, por regañarme cuando iba intentaba tirar la toalla.

Luis Enrique por apoyarme, darme los ánimos para seguir adelante y no dejarme rendirme, así como el tampoco tiro la toalla; sobre todo estar en los buenos y malos momentos de mi vida. De verdad muchas gracias.

A Julio por ser un gran amigo fiel e involucrarme en el cuerpo académico de nutrición animal ya que sin él no estaría realizando una tesis en lo que me gusta y ser como un hermano para mí.

A toda mi familia por apoyarme y estar en los buenos y malos momentos de mi vida. Las amo tías, primas y primo favorito. De verdad muchas gracias familia aunque sea chiquita somos los mejores.

A la familia de la Guardia Civallero por apoyarme, echarme porras y así como jalarme las orejas cuando más lo necesitaba. De verdad muchas gracias por estar en cada etapa de mi vida.

A MAKEUP por estar apoyándome y por ser las mejores amigas, colegas.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Resumen .....	1
Summary.....	2
Dedicatoria .....	3
Agradecimientos.....	4
1. Introducción.....	9
2. Revisión de literatura.....	11
2.1 Historia .....	11
2.2 ¿Qué es el ácido linoleico conjugado? .....	11
2.4 Metabolismo del ácido linoleico conjugado .....	13
2.5 Efectos benéficos del CLA .....	14
2.6 ¿Qué es un alimento funcional?.....	15
2.7 Alimentación .....	16
3. Hipótesis .....	18
4. Objetivo general .....	18
5. Objetivos específicos .....	18
6. Metodología .....	19
7. Resultados y discusión.....	26
8. Conclusiones.....	33
9. Literatura citada .....	34

## Índice de Cuadros

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Composición nutricional de algunas carnes de consumo común y de la carne de conejo. <sup>1</sup> .....	16
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del conejo <sup>1</sup> .....	17
Cuadro 3. Tratamientos experimentales.....	20
Cuadro 4. Composición química del alimento comercial.....	22
Cuadro 5. Perfil de los ácidos grasos de los alimentos de engorda (Malta Cleyton®) .....	23
Cuadro 6. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas incluyendo diferentes niveles de CLA <sup>1</sup> .....	26
Cuadro 7. Composición química de la canal de conejos recibiendo diferentes niveles de CLA en la ración en base seca. ....	30

## Índice de figuras

	<b>Página</b>
Figura1. Estructura química del ácido linoleico ( <i>cis-9, cis-12</i> ) y de los dos principales isómeros del ácido linoleico conjugado ( <i>cis-9, trans-11</i> y <i>trans-10, cis-12</i> ) (Haro <i>et al.</i> , 2006). ....	12
Figura 2. Formación del CLA en el rumen y su transformación en glándula mamaria y en tejido adiposo (Sanhueza <i>et al.</i> , 2002).....	14
Figura 3. Localización del Campus Amazcala, en Amazcala, El Marqués, Querétaro (Google maps, 2012). ....	19
Figura 4. Alojamiento de los conejos .....	21
Figura 5. Crecimiento de gazapos de la raza Nueva Zelanda suplementados con diferentes niveles de CLA. Niveles de CLA (mg/kg de peso metabólico):0, 15.52, 31.04 y 62.08. Cada punto representa el peso promedio de todos los animales de cada tratamiento por semana.....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad ha aumentado el interés por alimentos que sean benéficos para la salud humana, que sean alimentos bajos en grasa o que contengan componentes funcionales como los ácidos grasos Omega 6 y Omega 3, entre los cuales se encuentra el ácido linoleico conjugado (CLA) que previenen y controlan las enfermedades (De Blas, 2004). El CLA se encuentra naturalmente en varios alimentos de origen animal, siendo su principal fuente los productos lácteos y otros productos animales provenientes de los rumiantes (Bauman y Griinari 2001, Bauman *et al.*, 2008).

El CLA es el término empleado para describir a un grupo de isómeros que tienen como característica común el tener los dobles enlaces entre carbonos adyacente en posición contigua en lugar de tenerlo separados por un grupo metileno (Bauman y Lock 2006). Los dos isómeros de mayor abundancia en la leche de la vaca y que más se han estudiado en ganado lechero son el CLA *cis*-9, *trans*-11 y el CLA *trans*-10, *cis*-12 (Griinari y Bauman, 1999; Baumgard *et al.*, 2000).

Algunos de los efectos fisiológicos que han sido reportados son: actividad anticarcinogénica y antiaterogénica, modifica el metabolismo de los lípidos (reduce grasa y aumenta proteína corporal), causa mejoras en la diabetes *mellitus* tipo II y presenta de propiedades moduladoras del sistema inmunológico (Gnädig *et al.*, 2001, citado por Rocha y Hernández, 2004).

El interés de la población es tener un alimento más nutritivo, saludable e inocuo por lo que la carne de conejo puede considerarse un alimento muy valorado por sus propiedades nutricionales y dietéticas, ya que posee un bajo contenido de grasa comparada con otras carnes (Hernández, 2009).

La producción de carne de conejo podría considerarse una alternativa que permite satisfacer las necesidades alimenticias en las poblaciones, tanto rurales como urbanas. Por su alta eficiencia reproductiva, una coneja es capaz de producir 25.2 gazapos en un año (Palma y Hurtado, 2009), así como por tener un rendimiento en canal del 55% (Palma y Hurtado, 2009) lo cual es una producción muy buena considerando la rapidez en que se

alcanza el peso al sacrificio (alrededor de 90 días de edad), sobre todo cuando se compara con especies como el porcino que tiene rendimiento de la canal del 77.6 % en 110 Kg PV alcanzados alrededor de los 120 días (Ellis y Avery, 1990 citado por Mendel *et al.*, 2004).

El lomo y la pierna son las partes más importantes de la canal de conejo. El lomo es la parte más magra de la canal, con valores de contenido de grasa de 1.2 %, el cual es inferior al de carnes magras como la pechuga de pollo y la pierna presenta un contenido de grasa algo superior, de alrededor de un 3%, aunque sigue siendo una carne magra (Hernández, 2009).

El consumo de carne de conejo puede ser una buena manera de proporcionar compuestos bioactivos a los consumidores, porque puede ser considerado un alimento muy valorado por sus propiedades nutricionales y dietéticas.

A través de la dieta del conejo se pueden aumentar en su carne, de manera eficaz, los niveles de ácidos grasos poliinsaturados, ácido linoleico conjugado y vitamina E, los cuales son a menudo consumidos en baja cantidad por gran parte de la población.

Sin embargo, los estudios de los efectos del CLA sobre el crecimiento y la calidad de la carne de conejos no han sido evaluados y existen pocos estudios donde se haya evaluado este tipo de suplementación en conejo en etapa de engorda (Corino *et al.*, 2003).

En el presente trabajo se pretende incrementar la cantidad de CLA en la carne del conejo a través de la suplementación de un alimento conteniendo los isómeros que han demostrado ser de mayor beneficio para el humano, el *cis*-9, *trans*-11 y el *trans*-10, *cis*-12, sin que esta suplementación afecte los parámetros productivos de los animales.

Por lo tanto, el presente trabajo se diseñó para evaluar el efecto de adicionar niveles crecientes de CLA en la dieta del conejo en la etapa de engorda, sobre su crecimiento y rendimiento en canal, así como en la composición química de su carne.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 HISTORIA

El ácido linoléico conjugado que se encuentra presente en la grasa láctea fue descubierto en 1935 por Booth *et al.* Mediante la absorción de la luz ultravioleta, se observó un aumento de los ácidos grasos conjugados en la leche después de que los bovinos fueron llevados al prado en primavera (Morales, 2009). En la Universidad de Wisconsin Pariza y sus colaboradores reportaron que la carne asada contenía diferentes isómeros de CLA con propiedades carcinogénicas (De Blas, 2004; Obregón *et al.*, 2009).

### 2.2 ¿QUÉ ES EL ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO?

El ácido linoleico conjugado (CLA) se define como una mezcla de ácidos grasos de cadena larga, derivados del ácido linoleico (C18:2, *cis*-9, *cis*-12, Omega-6), donde el término “conjugado” (De Blas, 2004 y Obregón *et al.*, 2009), se utiliza para describir un grupo de isómeros geométricos y posicionales de 18 carbonos con dos dobles ligaduras entre carbonos adyacentes (Bauman *et al.*, 2006, Morales, 2009) como se muestra en la Figura 1.

Este ácido graso conjugado se presenta con diferente isomería geométrica, la que puede ser *cis*-7, *trans*-9, *cis*-9, *trans*-1, *trans*-10, *cis*-12, y *cis*-11,*trans*-12, aunque la estructura predominante en forma natural es la *cis*-9,*trans*-11 u otro es el isómero *trans*-10,*cis*-12 (Sanhueza *et al.*, 2002).

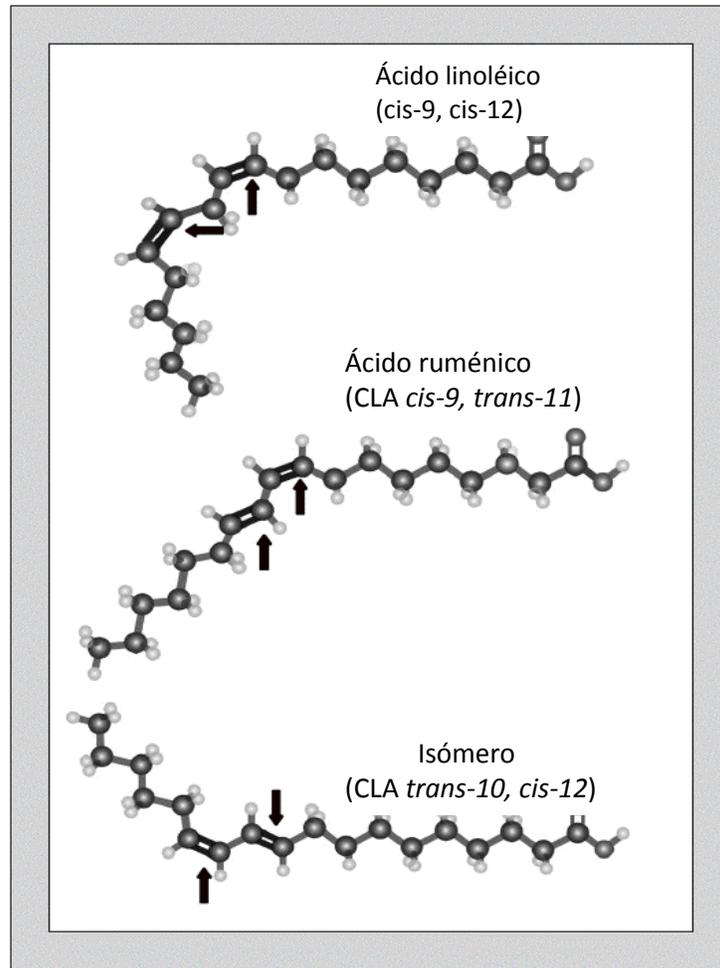


Figura1. Estructura química del ácido linoleico (*cis-9, cis-12*) y de los dos principales isómeros del ácido linoleico conjugado (*cis-9, trans-11* y *trans-10, cis-12*) (Haro *et al.*, 2006).

### 2. 3 Fuentes del CLA

La presencia del CLA en forma natural en los alimentos es relativamente escasa aunque una mayor cantidad de este ácido graso se encuentra en los alimentos de origen animal, particularmente provenientes de los rumiantes, y cuya cantidad tiene relación con la dieta que recibe el animal, ya sea por el tipo de grano, forraje, pasto, o suplemento.

También puede influir la raza del animal, su ubicación geográfica o la estación del año (Sanhueza *et al.*, 2002; Morales, 2009).

El CLA también se puede encontrar de forma sintética en pequeñas proporciones en los aceites vegetales (Sanhueza *et al.*, 2002; Bauman et al., 2008).

#### 2.4 METABOLISMO DEL ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO

A partir de los ácidos grasos de los forrajes empleados en la alimentación del ganado, los cuales son poli-insaturados. al ser expuestos a los microorganismos ruminales (bacterias *Butyrivibrio fibrisolvens*) éstos son biohidrogenados para transformarlos en ácidos grasos polisaturados, generando intermediarios del proceso de biohidrogenación a diferentes precursores de los diferentes isómeros del CLA. Uno de ellos, por producirse en el rumen se le ha denominado como “ácido ruménico” (Bauman y Lock, 2006). Esta biohidrogenación se muestra en la Figura 2.

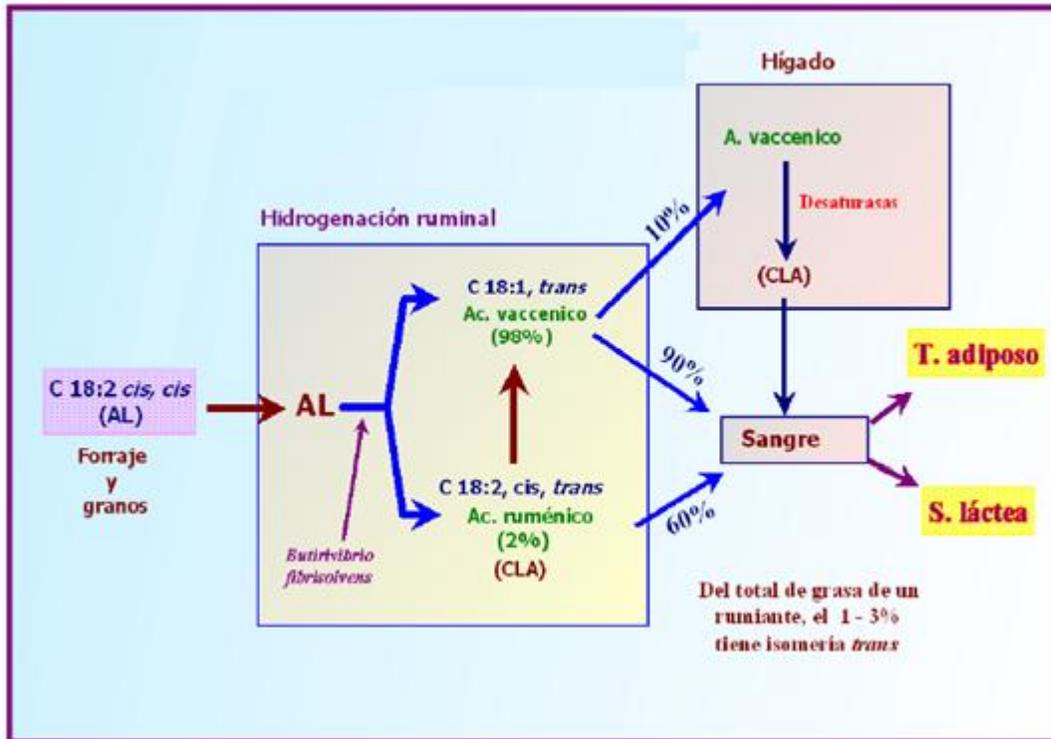


Figura 2. Formación del CLA en el rumen y su transformación en glándula mamaria y en tejido adiposo (Sanhueza *et al.*, 2002).

## 2.5 EFECTOS BENÉFICOS DEL CLA

Los efectos benéficos del CLA se atribuyen principalmente a los isómeros *cis-9*, *trans-11* y *trans-10*, *cis-12* (Bauman *et al.*, 2008).

Algunos de estos beneficios incluyen efectos anticarcinogénicos y antioxidantes, así como sus efectos para modular la respuesta inmune y para reducir la obesidad y la diabetes en los humanos. Para el ganado lechero los beneficios han sido evidentes en cuanto a que no afectan el nivel de producción de leche e incluso pueden incrementarla hasta 3 litros por día, reduce el porcentaje de grasa en la leche, pero no altera el resto de sus componentes; además mejora el balance energético de la vaca, si se emplea al inicio de la lactancia (Bauman *et al.*, 2008; Hernández, 2009).

## 2. 6 ¿QUÉ ES UN ALIMENTO FUNCIONAL?

El CLA está considerado como un alimento funcional, el cual se define como “un alimento que aporta beneficios a la salud más allá de su papel como nutrimento, e incluyen alimentos fortificados, enriquecidos y mejorados, los cuales cuando se consumen como parte de la dieta a niveles básicos efectivos pueden reducir el riesgo de enfermedades” (American Dietetic Association, 2004, citado por Bernal et al., 2011).

Algunos ejemplos de alimentos funcionales son citados por Ramírez (2010):

- Ácidos grasos que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y el desarrollo de tumores (por ejemplo los omega-3); también se sabe que reducen los síntomas de la menopausia (por ejemplo, huevos, productos de mar).
- Antioxidantes (por ejemplo, vitaminas C y E, carotenos), que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y el desarrollo de tumores.
- Prebióticos (fructo-oligosacáricos), que favorecen el crecimiento de las bacterias intestinales beneficiosas (por ejemplo, cereales integrales).
- Probióticos (lactobacilos), que mejoran la función intestinal (por ejemplo yogures).
- Vitaminas y minerales (vitaminas B6, B12, D y K, ácido fólico, calcio, magnesio y zinc), que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y osteoporosis y fortalecen el sistema inmune (por ejemplo, productos lácteos y de panadería).

La función principal de la dieta es proporcionar los nutrientes suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de un individuo. Algunos alimentos y componentes alimentarios tienen efectos fisiológicos y psicológicos más allá del mero aporte de nutrientes básicos son los llamados alimentos funcionales (Hernández, 2009).

El conejo es una especie muy prolífica cuya carne tiene características nutritivas importantes debido a su bajo contenido de grasa. Existen pocos estudios donde se haya evaluado el efecto de la suplementación del CLA a conejos en engorda. En algunos de ellos se ha demostrado que no tiene un efecto negativo sobre la calidad de la carne, las

características de la canal y los parámetros productivos de conejos en engorda (Corino *et al.*, 2002 y 2003).

Los principales componentes de la carne, con excepción del agua, son las proteínas y los lípidos (Cuadro 1). También es una importante fuente de vitaminas y minerales (Cury *et al.*, 2011)

Cuadro 1. Composición nutricional de algunas carnes de consumo común y de la carne de conejo.<sup>1</sup>

<b>Tipo de carne</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Proteína %</b>	<b>Grasa %</b>	<b>Agua%</b>	<b>Colesterol mg/100g</b>	<b>Aporte energético</b>	<b>Hierro mg/100g</b>
<b>Ternera</b>	150	14-20	8-9	74	70-84	170	2,2
<b>Vaca</b>	250	19.21	10-19	71	90-100	250	2,8
<b>Cerdo</b>	80	12-16	30-35	52	70-105	290	1,7
<b>Cordero</b>	10	11-16	20-25	63	75-77	250	2,3
<b>Conejo</b>	<b>1</b>	<b>19-25</b>	<b>3-8</b>	<b>70</b>	<b>25-50</b>	<b>160-200</b>	<b>3,5</b>
<b>Pollo</b>	1.3	12-18	9-10	67	81-100	150-195	1,8

<sup>1</sup>Comité Nacional Sistema Producto Cunícola, 2009, México.

## 2.7 ALIMENTACIÓN

El modelo digestivo del conejo es semejante al del equino, en la eficiencia y rápido pasaje del alimento en las primeras secciones, con una mayor retención en colon y ciego. En este se producen los cecótrofos que son consumidos directamente del ano y sometidos a nueva digestión (Cheeke *et al.*, 1995; NRC, 1997)

Este proceso permite un reciclaje y mejor aprovechamiento de nutrientes, especialmente bajo condiciones extensivas o de sobrevivencia y carece de importancia en las crías de tipo intensivo. El uso de un alimento único, para todas las etapas simplifica el manejo y evita la crisis de adaptación (De Blas, 1998).

El consumo debe ser regulado para disminuir el contenido graso de la canal y mantener la relación carne/hueso. Los conejos prefieren un alimento en gránulos o pellets, ello disminuye las pérdidas y la irritación de las vías respiratorias (De Blas, 1998).

Ofrecer una dieta alta en proteína (entre 16 y 18%) puede generar una mayor proporción de músculo y mantener un aparato digestivo funcional y un buen crecimiento en el animal, pero elevando ese porcentaje a más del 18% puede generar diarrea en los animales (Cheeke *et al.* 1995; De Blas, 1998). En el Cuadro 2 se muestran los requerimientos nutricionales del conejo, donde se aprecia la recomendación del 16% de proteína cruda por parte del NRC (1977).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del conejo<sup>1</sup>

Principios nutritivos	Gazapos engorda
<b>Energía digestible (Kcal/kg)</b>	2.500
Proteína bruta (%)	16
Fibra bruta (%)	10-12
Grasa bruta (%)	2
Lisina (%)	0.65
Calcio (%)	0.4
Fósforo total (%)	0.6
Sodio (%)	0.3

<sup>1</sup>NRC (1977).

### 3. HIPÓTESIS

La suplementación de ácido linoleico conjugado (CLA) no altera el comportamiento productivo de los conejos no altera las características químicas de su carne.

### 4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la suplementación de diferentes niveles de ácido linoléico conjugado sobre el comportamiento productivo y la composición química de la carne de conejo.

### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar si el CLA afecta el peso final, la ganancia diaria de peso, el consumo de materia seca, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal de los conejos.
- b) Determinar si el CLA cambia la composición química de la canal de conejo.

## 6. METODOLOGÍA

### Localización del estudio

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amazcala, ubicado en el Municipio de El Marqués, Querétaro, teniendo una altitud de 1920 metros sobre el nivel del mar y a 20° 35'48'' latitud norte y 100°24'48'' longitud oeste (Pueblos América, 2012) (Figura 3).



Figura 3. Localización del Campus Amazcala, en Amazcala, El Marqués, Querétaro (Google maps, 2012).

Las canales fueron procesadas para su análisis en el Laboratorio de Nutrición Animal en el Campus Juriquilla, donde también se llevaron a cabo todos los análisis químicos.

## Animales experimentales

Se empleó un total de 116 conejos de la raza Nueva Zelanda destetados a los 30 días de edad, con un peso promedio inicial de  $600 \pm 40$  g, distribuidos de acuerdo a un diseño por bloques al azar (Cochran y Cox, 1990), definiéndose el bloque por la fecha en que se llevó a cabo la engorda. Los tratamientos estuvieron balanceados respecto al sexo de los animales (Cuadro 3). Todos los animales nacieron en las instalaciones de producción de conejos de la Facultad de Ciencias Naturales en el Campus Amazcala, de la Universidad Autónoma de Querétaro.

CUADRO 3. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Niveles de CLA, mg/kg de peso metabólico
1	Control, sin CLA
2	15.52 mg de CLA/kg de peso metabólico (PM)
3	31.0.4 mg CLA/kg PM
4	62.08 mg CLA/kg PM.

<sup>1</sup>El CLA (Lutrell™, BASF), se incluyó en la formulación del alimento comercial (Malta Texo de México, S.A. de C.V.). El nivel de CLA se estableció con base en el peso metabólico de los animales, considerando la décima parte de la dosis empleada para bovinos de 10 mg/kg de peso metabólico.

En cada bloque, los animales fueron identificados mediante un tatuaje en la oreja derecha y se distribuyeron en grupos de 3 a 4 animales por jaula de alambre con comedero y bebedero automáticos como se muestra en la Figura 4.

Los animales se pesaron al inicio de la prueba (al destete, 30 días de edad) posteriormente cada semana hasta la edad de 90 días (60 días en engorda).



Figura 4. Alojamiento de los conejos

### Alimentación

Los conejos fueron alimentados con un alimento comercial para conejos en engorda con 18% de proteína cruda (Malta Texo de México, S.A. de C.V.), al cual se le incluyó el CLA al momento de ser peletizado. El CLA empleado fue Lutrell® (BASF Mexicana, S.A. de C.V.), el cual contiene 80% de CLA, del cual 50% es el isómero *cis-9, trans-11* y 50% es el *trans-10, cis-12*. El nivel de CLA se estableció con base en el peso metabólico de los animales, considerando una décima parte de la dosis empleada para bovinos de 10 mg de CLA/kg de peso metabólico que es la que se ha evaluado en ganado productor de leche (Bernal-Santos *et al.*, 2003).

En el Cuadro 4 se presenta la composición química del alimento ofrecido y en el Cuadro 5 se muestra el perfil de los ácidos grasos del mismo. Cada semana se pesó a los animales y también se midió el alimento consumido haciéndose los ajustes correspondientes para permitir un 10% de rechazos.

Cuadro 4. Composición química del alimento comercial

Parámetros <sup>1</sup>	Niveles de CLA, mg/ kg de peso metabólico <sup>2</sup>			
	0	15.52	31.04	62.08
Materia seca %	93	92	92	92
Materia orgánica %	10	9	10	10
Proteína cruda %	18	18	18	18
Fibra detergente neutro %	33	35	38	35
Fibra detergente ácido %	18	17	20	19
Energía bruta, Kcal/Kg	4091	4062	3984	3998

<sup>1</sup>Materia seca, materia orgánica, proteína cruda y energía bruta, fueron determinadas de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC (1990); fibra detergente neutro y fibra detergente ácido de acuerdo a Robertson y Van Soest (1981).

<sup>2</sup>El CLA (Lutrell™, BASF), se incluyó en la formulación del alimento comercial (Malta Texo de México, S.A. de C.V.).

Cuadro 5. Perfil de los ácidos grasos de los alimentos de engorda (Malta Cleyton®)

Ácidos grasos	Niveles de CLA, mg/ kg de peso metabólico <sup>1</sup>			
	0	15.52	31.04	62.08
Ácidos grasos totales <sup>1</sup> , %	3.351	3.342	3.352	3.371
Caproico C6:0	0.002	0.002	0.002	0.002
Laurico C12:0	0.006	0.006	0.006	0.005
Mirístico C14:0	0.007	0.008	0.008	0.008
Palmitico C16:0	0.540	0.540	0.533	0.540
Palmitoleico C16:1	0.013	0.012	0.012	0.012
Esteárico C18:0	0.069	0.070	0.070	0.076
Oleico <i>trans</i> 9				0.002
Oleico cis 9 C18:1	1.003	0.980	0.976	0.978
Oleico cis 11 C18:1	0.078	0.072	0.075	0.076
Linoleico C18:2	1.629	1.639	1.629	1.622
Linolenico α C18:3	0.212	0.189	0.189	0.196
Linolenico γ C18:3	0.019	0.019	0.019	0.019
Araquídico C20:0	0.014	0.013	0.013	0.013
Araquidónico C22:0	0.011	0.011	0.010	0.011
Docosapropanoico C24:0	0.011	0.012	0.011	0.013
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 C18:2	ND	0.002	0.003	0.004
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12 C18:2	ND	ND	0.002	0.002
CLA total	ND	0.002	0.005	0.006

<sup>1</sup> El perfil de los ácidos grasos se llevó a cabo en Penn State University, Pennsylvania, EUA, siguiendo la técnica descrita por Tyburczy *et al.* (2008). ND = No detectados. Los valores representan el porcentaje de cada AG relativos al total de ácidos grasos.

## Composición química de la carne de conejo

Al final del período de engorda (60 días postdestete) los animales fueron sacrificados por dislocación cervical seguido de la disección de la vena yugular (Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (Diario Oficial de la Federación, 2001). Los animales se evisceraron, removiéndose la cabeza y las patas, dejando los riñones de la canal. Estas canales se pesaron individualmente (peso canal caliente), se refrigeraron durante 24 horas para pesarlas nuevamente y obtener el peso de la canal fría y calcular el rendimiento de la canal dividiendo el peso vivo del animal al sacrificio entre el peso de la canal fría, expresado como porcentaje (Aja, 2006). Enseguida, la mitad de la canal de un total de 60 animales, 20 del primer bloque y 40 del segundo bloque se congelaron.

Las canales congeladas se cortaron en trozos pequeños y se trituraron en un molino tipo casero Moulinex®. Una vez molidas cada canal se liofilizó empleando una liofilizadora Freeze Dry System, Free Zone 6 Liter Benchtop LABCONCO® Modelo 77520, para posteriormente determinar su contenido de proteína cruda, extracto etéreo y energía bruta, siguiendo los procedimientos descritos por la AOAC (1990).

Las variables de respuesta que se evaluaron fueron: peso final, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia, peso de la canal fría, composición química de la canal (% proteína, % extracto etéreo y energía bruta, Kcal /kg).

## Análisis estadísticos

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza conforme a un diseño por bloques al azar de acuerdo al siguiente modelo matemático (Cochran y Cox, 1990). En el modelo se incluyó el peso inicial de los animales como covariable:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

$y_{ijk}$  = variables de respuesta

$\mu$  = media de la población

$\tau_i$  = efecto del tratamiento

$\beta_j$  = efecto del bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental

Los análisis estadísticos se hicieron utilizando los procedimientos PROC GLM y LSMeans del paquete estadístico SAS (1998).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se examinaron los efectos de la suplementación de diferentes niveles de ácido linoléico conjugado (CLA) en la dieta de conejos en engorda sobre su comportamiento productivo y la composición química de su canal, desde el destete hasta el sacrificio a los 90 días de edad.

Ninguno de los niveles de CLA evaluados afectó los parámetros productivos evaluados ( $P>0.1$ ) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas incluyendo diferentes niveles de CLA<sup>1</sup>

Parámetros	Niveles de CLA, mg/ kg de peso metabólico				EEM
	0	15.52	31.04	62.08	
Número de animales	28	28	30	30	
Peso inicial, g	661.5	624.01	610.8	616.5	117.0
Peso final, g	2714	2765	2776	2712	227
Ganancia diaria de peso, g/d	34.6	35.7	35.9	35.2	3.6
Consumo de materia seca, g/d	127.2	124.6	129.4	132.3	14.0
Conversión alimenticia <sup>2</sup>	3.7	3.5	3.6	3.8	0.417
Peso de la canal fría, g	1409	1464	1465	1438	122
Rendimiento en canal (%)	51.6	52.9	52.7	52.6	2.6

<sup>1</sup>CLA=Ácido linoléico conjugado. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.1$ ).  
EEM = Error Estándar de la Media.

<sup>2</sup>Kilogramos de alimento consumidos por cada kg de peso aumentado.

El peso final de los animales entre los tratamientos evaluados ( $P>0.1$ ) no fue diferente, siendo la media general de  $2.66 \pm 227$  kg, la cual es similar al promedio de 2.8

$\pm 0.059$  kg encontrado por Corino *et al.* (2002) en conejos de la raza Nueva Zelanda suplementados con aceite de semilla de girasol conteniendo aproximadamente 65% de CLA (32.5% del isómero *cis*-9, *trans*-11 y 32.5% del *trans*-10, *cis*-12) y al de 2.43 kg informado por Marounek *et al.* (2007) suplementando conejos con un aceite comercial con 60% de CLA (Luta-CLA<sup>®</sup> 60, BASF).

Los animales del presente estudio tuvieron un patrón de crecimiento acorde a la raza, ya que se ha reportado que la velocidad de crecimiento es muy rápida en las primeras semanas postdestete y continúan creciendo más lentamente conforme se acerca la fecha del sacrificio (Pascual, 2007). En la Figura 5 se hace evidente que la suplementación de CLA no afectó la velocidad de crecimiento de los animales, lo cual se ve reflejado en ganancias diarias de peso similares entre todos los tratamientos. Por otro lado, Palma *et al.* (2009) trabajaron con animales bajo condiciones similares al presente trabajo, presentando un promedio de peso final de  $2.08 \pm 0.261$  kg.

La ganancia diaria de peso tampoco fue diferente entre tratamientos, siendo la media general de  $34.23 \pm 3.65$  g/d, lo cual indica que el CLA no tiene ningún efecto negativo sobre el peso final ni sobre la ganancia diaria de peso como se muestra en la Figura 5.

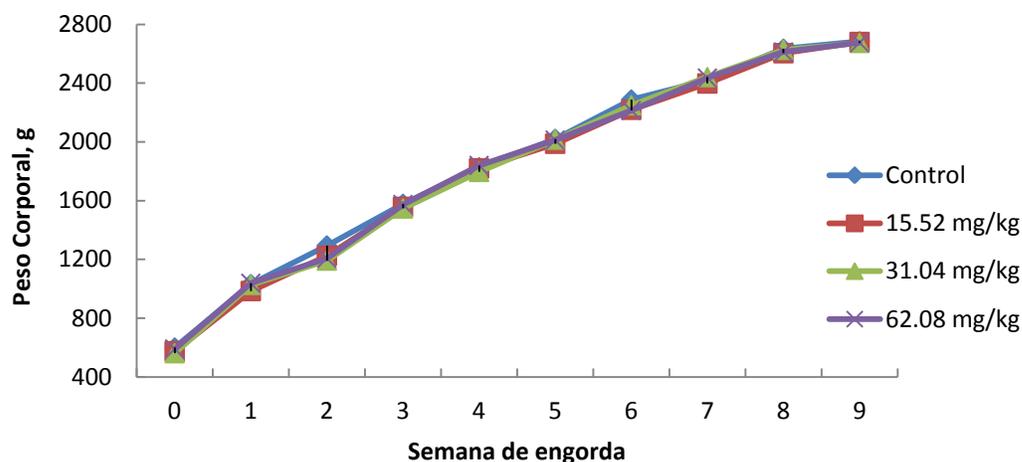


Figura 5. Crecimiento de gazapos de la raza Nueva Zelanda suplementados con diferentes niveles de CLA. Niveles de CLA (mg/kg de peso metabólico): 0, 15.52, 31.04 y 62.08. Cada punto representa el peso promedio de todos los animales de cada tratamiento por semana.

En el presente trabajo se empleó un producto comercial, el cual fue desarrollado para rumiantes, por lo que está protegido contra la actividad ruminal, pero que al llegar al abomaso y al intestino delgado, las condiciones de pH así como las enzimas digestivas ahí presentes, permiten que los ácidos grasos puedan ser digeridos y absorbidos de la misma manera que cualquier otra grasa alimentaria. Por lo tanto, es de esperarse que el CLA suministrado a un animal monogástrico como el conejo, sería digerido en el intestino delgado por la enzima lipasa secretada por el páncreas previa su emulsificación por parte de las sales biliares procedentes del hígado y presentes en el medio acuoso del tubo digestivo (Blas, 1998).

El consumo promedio de materia seca fue de  $125.4 \pm 9.7$  g, resultando una media de conversión alimenticia de  $3.4 \pm 0.3$  kg, la cual no fue diferente significativamente, aunque pudiera haber una tendencia ( $P < 0.06$ ) a mejorar en los animales consumiendo los niveles de 15.52 y 31.04 mg de CLA/kg de peso metabólico (PM). Estos resultados coinciden con los de otros autores de  $134.6 \pm 6.5$  g/d, quienes emplearon animales con

características similares de edad y peso al sacrificio, y suplementaron un aceite conteniendo 65% CLA (Corino *et al.*, 2002).

El consumo voluntario de los monogástricos está influenciado por variables como la edad, el tipo de animal, el estado fisiológico, el tipo y la composición química del alimento, entre otros, todo lo cual se resume principalmente en cambios en el nivel de energía que recibe el animal conjuntamente con la concentración sanguínea de glucosa que impactan al centro del control de la saciedad en el hipotálamo (Guyton, 2011). Aparentemente en este estudio la energía que pudiera aportar el CLA incluido en la dieta, no logró incrementar la energía bruta de la dieta de manera considerable para poder así impactar al hipotálamo.

El peso de la canal fría tuvo un promedio general de  $1405.3 \pm 122.2$  g, representando un rendimiento en canal promedio de 52%, lo cual es similar al presentado por Pla (1997) de entre 51.1 y 55.7% pero inferior al 59.2% reportado por Corino *et al.* (2002).

En el caso reportado por Marounek (2007) se observó un peso de la canal fría de 1.34 kg con un rendimiento de canal promedio de 55.02%, probablemente debido en parte a que tuvieron un menor tiempo en engorda (42 vs. 60 días del presente estudio). Este parámetro es importante considerarlo, ya que muchos de los productores comercializan a los animales en canal y les da un mayor margen de ganancia económica. En el presente estudio se esperaba encontrar una mayor proporción de carne magra por el hecho que los animales estaban consumiendo el isómero antilipogénico del CLA (el *trans-10, cis-12*), lo cual no sucedió, probablemente porque el nivel de CLA incluido en la ración no fue lo suficientemente alto para tener un impacto sobre la lipogénesis.

Por otro lado, aun cuando hubiera un rendimiento en canal ligeramente menor a la media reportada para esta raza, el hecho de que se comercializaran animales con CLA en la carne y los consumidores supieran del mayor valor nutritivo que eso representa para su salud (sus efectos anticarcinogénicos, antidiabéticos, antilipogénicos, antiateriogénicos, así como sus efectos positivos en la función inmunológica), pagarían la diferencia en costo relativa a la carne de conejo sin el CLA (Mir *et al.*, 2004). El requerimiento de CLA que se

ha estimado en humanos para ejercer estos beneficios es de aproximadamente entre 3 a 5g diarios (Smedman, 2001); en el presente estudio la dosis de CLA fue demasiado baja para poderse incorporar a la carne del conejo.

La composición química de las canales, se presenta en el Cuadro 8, donde se aprecia que tampoco resultó diferente entre tratamientos ( $P>0.1$ ), siendo la concentración de PC de  $18.22 \pm 1.23\%$ , EE  $7.02 \pm 1.7\%$  y de la EB de  $1670.06 \pm 180.7$  Kcal/kg. Es difícil comparar estos resultados con la literatura, ya que no se presenta información sobre la composición química de la canal completa puesto que generalmente se analizan las partes económicamente más importantes de la canal de conejo como lo es el lomo (músculos *Longissimus dorsi*), el cual tiene un 22.10% de PC y 1.20% de grasa, mientras que la pierna tiene un 3% de grasa y 21.24% de proteína cruda (Hernández, 2009).

Cuadro 7. Composición química de la canal de conejos recibiendo diferentes niveles de CLA en la ración en base seca.

Parámetros	Niveles de CLA, mg/ kg de peso metabólico <sup>1</sup>			
	0	155.2	310.4	620.8
Número de animales	20	20	20	20
Energía bruta, Kcal/Kg	1734 $\pm$ 217	1655 $\pm$ 137	1630 $\pm$ 151	1661 $\pm$ 203
Extracto Etéreo, %	7.33 $\pm$ 2.01	7.2 $\pm$ 1.7	6.9 $\pm$ 1.7	6.6 $\pm$ 1.8
Proteína Cruda, %	18.43 $\pm$ 1.2	18.05 $\pm$ 1.12	17.9 $\pm$ 2.0	18.5 $\pm$ 1.6

<sup>1</sup> El CLA (Lutrell™, BASF), se incluyó en la formulación del alimento comercial (Malta Texo de México, S.A. de C.V.).

En el caso de los conejos la digestión de la grasa del alimento, así como la grasa adicional aportada por el CLA suplementado, no se vio favorecida por el efecto de la cecotrofia, ya que se hubiera visto reflejado en un mejor comportamiento productivo o en las características químicas de la canal porque se sabe que un animal alimentado con exceso de energía que rebase los requerimientos de mantenimiento y crecimiento del animal va a convertirse en depósito de grasa. En el presente estudio este efecto no se

puede apreciar porque probablemente la concentración del CLA suplementado fue muy baja.

En el presente estudio se hizo el análisis químico completo de la canal con objeto de distinguir el efecto de la suplementación del CLA sobre dicha composición, pero aparentemente las dosis de CLA evaluadas fueron demasiado bajas para permitir observar diferencias con el grupo control en el contenido de grasa de la canal o el perfil de los ácidos grasos (el cual no se reporta en este estudio).

Se ha visto que en otras especies el CLA mejora los parámetros productivos, como por ejemplo en los cerdos según Thiel-Cooper (2001), mejora ganancia diaria de peso y consumo de materia seca, así como reduce la cantidad de grasa de la canal incrementado la adición de CLA en la dieta teniendo una mayor concentración de ácidos grasos saturados y una baja concentración de ácidos grasos insaturados. Y esto dando como resultado un producto saludable. Las investigaciones realizada por Schiavon *et al.* (2010) y por Pariza *et al.* (2001) en animales de laboratorio, cerdos y en ganado lechero, han demostrado que la suplementación con CLA mejora el rendimiento de los animales, el aumento de la eficiencia alimenticia, altera el metabolismo de los lípidos, reducción de los adipocitos, aumenta la masa corporal magra y altera la respuesta inmune. En el ganado de engorda, el CLA no altera los parámetros productivos pero cambia la proporción de los componentes químicos de la canal (Mir *et al.* , 2004).

Se sabe que el CLA es producido en los rumiantes a partir de los precursores que se forman a través de los procesos de fermentación en el rumen. En el caso del ganado lechero, en la glándula mamaria esos isómeros se pueden *transformar* en el isómero *trans-10, cis-12*, ya que ahí se encuentra una gran actividad de la enzima  $\Delta^9$ -desaturasa, la cual es la encargada de *transformar* a esos precursores en los isómeros de mayor valor biológico (*cis-9, trans11* y *trans-10, cis-12*) (Griinari and Bauman, 1999). En conejas lactantes es probable que esta misma enzima en su glándula mamaria esté participando en la producción de algunos isómeros del CLA a partir de algunos precursores que se generen durante el proceso de fermentación del alimento en el ciego y que son consumidos por los animales a través de la cecotofia. Lo anterior se basa en la

observación hecha por Betancourt (2013) quien encontró isómeros de CLA *cis*-9, *trans*-11 y *trans*-10, *cis*-12 en el coágulo de leche de los gazapos cuyas madres no habían sido suplementadas con CLA de manera exógena. Esto todavía tendría que ser demostrado, pero además de que se desconoce si la enzima  $\Delta^9$ -desaturasa está presente y activa en el tejido adiposo del conejo en el periodo de engorda, en el presente estudio no se evaluó la concentración de CLA en su canal.

Un aspecto importante que se tiene que evaluar al emplear CLA en la engorda de conejos, es determinar en qué momento de la engorda se favorece su inclusión en la dieta y poder así tener el mayor beneficio tanto económico como de calidad de la carne. En otras especies, como sucede con el ganado productor de carne, la suplementación de CLA se ha recomendado llevarla a cabo al final de la engorda, cuando el animal está en la fase final de su configuración corporal y se empieza a definir la proporción de grasa en su carne. Probablemente, con base en la experiencia con cerdos y bovinos de carne, el CLA podría ser administrado a los conejos también solamente durante la última etapa de la engorda para poder observar cambios significativos en los parámetros productivos que reditúen su utilización.

## 8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, se puede concluir que los niveles de CLA evaluados no afectaron el comportamiento productivo de los animales, ni la composición química de la canal de los conejos.

Probablemente los niveles evaluados de CLA no fueron suficientemente elevados para poder ver algunos cambios de los parámetros evaluados. Resultará interesante evaluar niveles mayores de suplementación de CLA para de esa manera poder enriquecer con CLA la carne de conejo y poder favorecer la salud humana.

## 9. LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC. Arlington, VA.
- Aja, S.G.2006.Rendimiento total de una canal de bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Distrito Federal. (55)56.22.58.91.
- Bauman, D.E. and J.M. Griinari.2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Prod. Sci.* 70:15-29.
- Bauman, D.E. and A.L. Lock. 2006. Conjugated linoleic acid biosynthesis and nutritional significance. *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids, 3rd Edition.* pp. 93-135.
- Bauman, D.E., J.W. Perfield, II, K.J. Harvatine, and L.H. Baumgard. 2008. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: Lactation and the ruminant model. *J. Nutr.* 138:403-409.
- Baumgard.L.H.,Corl, B.A., Dwyer, D.A., Saebo, A. and Bauman D.E.2000 Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *Jan; 278(1): R 179-84.*
- Bernal-Santos, G., Perfield, M. W., Barbano, D. M., Bauman, D. E., and T. R. Overton.2003. Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. *J Dairy Sci.* 86:3218-3228.
- Betancourt López Claudia A. 2013. Efecto de diferentes niveles de ácido linoleico conjugado sobre el perfil de los ácidos grasos de la grasa de la leche de coneja durante las primeras dos semanas de lactancia. Tesis de Maestría. Maestría en Recursos Bióticos. Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Autónoma de Querétaro, Qro.
- Booth, R.G., S.K. Kon, W.J. Dann and T. Moore, 1935.A study of seasonal variation in butter fat.*Biochem. J.*, 29: 133-137.
- Cheeke, P.R., Sanz, R.A. 1995. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza, España. Página 17-36
- Cochran, W.G. y Cox, G.M. 1990 Diseño experimentales. Segunda edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México.

- Comité Nacional Sistemas Producto Cunicola.2009.  
<http://www.cunicultura.org.mx/beneficios.php> (Consultado el 29 de octubre del 2012)
- Corino, C., J. Mourot, S., Magni, G., Pastorelli y F. Rosi. 2002. Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth, meat quality, lipogenesis, plasma leptin and physiological variables of lipid metabolism in rabbits. *J. Anim. Sci.* 80:1020-1028.
- Corino, C.F., Filetti, M., Gambacorta, A. Manchis, S., Magni, G. Pastorelli, R. Rossi, G. Maiorano. 2003. Influence of dietary conjugated linoleic acids (CLA) and age at slaughtering on meat quality and intramuscular collagen in rabbits. *Meat Science.*66: 97-103.
- Cury, K., Martinez, A. y Olivero, R. 2011. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Revista Colombiana Ciencia Animal.* 3(2).2011
- De Blas, C.B. y Wiseman J. 1998. *Nutrition of the rabbit.* CABI. United Kingdom.
- De Blas, C.B. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado.1. Rumiantes. XX Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España.
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF> (consultado 22 de octubre del 2012).
- Griinari, J.M. and D.E. Bauman. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: *Advances in conjugated linoleic acid research*, Vol. 1 (ed. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza and G.J. Nelson). Pp.180-200. AOCS Press, Champaign, IL.
- Google Maps,  
2012. <https://www.google.com.mx/maps/place/Amazcala,+QRO/@20.7054595,-100.2673449,5410m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x85d361495edd63bd:0xd94502df22503ff5>. (Consultado el 28 de octubre del 2012).
- Guyton, C.G. and Hall, J.E. 2011. *Tratado de Fisiología Médica.* Editorial Elsevier. Edición 12°. España.
- Haro, A.M., Artacho, R., y Cabrera-Vique, C. 2006. Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana. *MedClin (Barc)* 127(13):508-15
- Hernández P. 2007. Carne de conejo, ideal para dietas bajas en ácido úrico. *Revista científica de nutrición.* Nº 8 Septiembre. *Boletín de cunicultura.* 154: 33-36.
- Hernández, P. 2009. *La carne de conejo como alimento funciona.* Instituto de ciencia y tecnología animal. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Marounek, M. Skrivanova, E. Volek, Z. 2007. Effect of triacylglycerols of medium-chain fatty acids on growth rate and mortality of rabbits weaned at 25 and 35 days of age. *Veterinari Medicina,* 54(1):19-24.

- Medel, P. y Fuentetaja, A. 2004. Efecto del perfil genético, sexo, peso al sacrificio y la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y carne de cerdos grasos. XVI Curso de Especialización FEDNA-Factores que Afectan en la Producción de cerdo graso. España
- Mir, P.S., Timothy, A.M. Scott, S. Aalhus, J. 2004. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. The American Journal of Clinical Nutrition.
- Morales, J. 2009. Efectos de la adición de ácido linoleico conjugado (CLA) a los piensos de cerdos sobre los rendimientos productivos, la calidad de la canal y de la carne. Congreso internacional sobre alimentación animal: Seguridad alimentaria e innovación Donostia-San Sebastián; PigCHAMP Pro Europa, SA.
- National Research Council (NRC). 1977. Nutritional Requirements of Rabbits. 2nd ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Obregón, A.M.R. y Valenzuela A. B. 2009. Ácido linoleico conjugado (ALC), metabolismo de lípidos y enfermedades cardiovasculares. Revista Chilena de Nutrición. Volumen 36 Numero 3 páginas 6-10 Santiago sep. 2009
- Palma, O.R. and Hurtado, E. A. 2009. Productive behavior in rabbits during the fattening growth period-fed with mango (*Mangifera indica*) as partial substitution of the commercial balanced food. Revista científica UDO Agrícola, 9 (4), 968-971.
- Pariza, M.W., Park, Y. and Cook, M. E. 2001. The biologically active isomers conjugated linoleic acid. Prog. Lipid Res. 40:283-298.
- Pascual, M. 2007. Efecto de la selección por velocidad de crecimiento sobre la composición de la canal y calidad de la carne de conejo. Boletín de Cunicultura. No. 154, Nov.-Dic. 2007. Departamento de Ciencias Animales. Universidad Politécnica de Valencia. G.España.
- Pla, M., L. Guerrero, D. Guardia, M.A. Oliver, A. Blasco. 1997. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. Livest. Prod. Sci. 54: 115-123.
- Pueblos América, 2012. <http://mexico.pueblosamerica.com/i/amazcala/> (Consultado el 28 de octubre del 2012).
- Ramírez, J.S.N. 2010. Alimentos funcionales. Nuevas tendencias en alimentos. Revista VirtualPro. Beta Procesos industriales. Bogotá, Colombia. ISSN 1900- 6241 N° 101 <http://www.revistavirtualpro.com/editoriales/20100601-ed.pdf> (consultado 29 de octubre del 2012).
- Robertson, J. B. and P. J. Van Soest. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. En: The analysis of dietary fiber in food. W.T. James O. Theander, eds. MarkelDekker, Inc. N.Y. pp123-158.
- Rocha, A. U. y Hernández, E. 2004. Sistema de ácido linoleico conjugado por isomerización alcalina usando propilenglicol como solvente. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 3 (2004) 193-200.

- Sanhueza, J.C., Valenzuela, A. B. y Nieto, S. K. 2002. Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería *trans* potencialmente beneficioso. Revista Chilena de Nutrición. Volumen 29. No. 2 páginas 5-10 Santiago de Chile.
- SAS. 1998. SAS User's Guide: Statistics. Version 7 Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schiavon, S. Tagliapietra, f, Dal Maso, M. Bailoni, L. and Biattante, G. 2010. Effects of low-protein diets and rumen-protected conjugated linoleic acid on production and carcass traits of growing double-muscle Piemontese bulls. J. Anim. Sci. 88:3372-3383.
- Smedman A, Vessby B. 2001. Conjugated linoleic acid supplementation in humans - metabolic effects. *Lipids*. 2001;36:773 - 781.
- Thiel-Cooper, R. L., F. C. Parrish, Jr., J. C. Sparks, B. R. Wiegand, and R. C. Ewan. 2001. Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. J. Anim. Sci. 79:1821-1828.
- Tyburczy, C., A. L. Lock, D. A. Dwyer, F. Destailats, Z. Mouloungui, L. Candy, and D. E. Bauman. 2008. Uptake and utilization of *trans* octadecenoic acids in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 91:3850-3861.