



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

RESPUESTA PRODUCTIVA, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y
CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)
ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PIGMENTO DE
FLOR DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta*) Y ZINC ORGÁNICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGROPECURIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA

MVZ. PABLO ANTONIO GARCÍA MARTÍNEZ



El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México; noviembre de 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

**RESPUESTA PRODUCTIVA, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y
CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)
ALIMENTADOS CON DIETAS ADICIONADAS CON PIGMENTO DE
FLOR DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta*) Y ZINC ORGÁNICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGROPECURIAS Y RECURSOS NATURALES

P R E S E N T A

MVZ. PABLO ANTONIO GARCÍA MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS

Dr. JUAN EDREI SANCHEZ TORRES

CO-DIRECTOR DE TESIS

Dr. IGNACIO ARTURO DOMINGUEZ VARA

TUTOR

Dr. ERNESTO MORALES ALMARAZ



El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México; noviembre de 2024

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Producción y consumo de la carne de conejo	3
2.2 Características nutritivas de la carne de conejo	4
2.3 Los carotenoides en la nutrición y alimentación animal	5
2.4 Absorción de los carotenoides.....	7
2.5 Uso de la flor de cempasúchil como pigmento	9
2.6 El zinc en la nutrición animal.....	10
2.7 Principales fuentes de zinc.....	11
2.8 Absorción del zinc.....	12
2.9 Funciones del zinc en la lipogénesis	15
III. JUSTIFICACIÓN.....	17
IV. HIPOTESIS	18
V. OBJETIVOS.....	19
5.1 Objetivo general	19
5.2 Objetivos específicos.....	19
VI. MATERIALES Y METODOS	20
6.1 Límite de espacio	20
6.2 Unidad experimental, diseño experimental y tratamientos.....	20
6.3 Instalaciones.....	22
6.4 Programa de alimentación	22
6.5 Desempeño productivo	22
6.5.1 Consumo de alimento	22
6.5.2 Ganancia diaria de peso.....	22
6.5.3 Conversión alimenticia.....	23
6.5.4 Eficiencia alimenticia.....	23
6.6 Faenado	23
6.7 Peso de la canal caliente, peso de la canal fría y rendimiento de la canal	23
6.8 pH	23
6.9 Mediciones morfométricas y cortes primarios de la canal.....	24

6.10 Color.....	24
6.11 Porcentaje de pérdida de agua por cocción	25
6.12 Fuerza de corte.....	25
6.13 Análisis químico proximal	25
6.14 Perfil de ácidos grasos.....	25
6.15 Análisis estadístico.....	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1 Desempeño productivo... ..	28
7.2 Características de la canal	32
7.3 Análisis químico proximal.....	42
7.4 Perfil de ácidos grasos... ..	44
VIII. CONCLUSIONES.....	47
IX. LITERATURA CITADA	48
X. ANEXOS	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de minerales (mg/100g) en carne de diferentes especies de producción	5
Cuadro 2. Estructura molecular de retinoles y carotenoides.	6
Cuadro 3. Ingredientes (%), composición química (g/100g) y perfil de ácidos grasos (% ácidos grasos totales) en dietas experimentales.	21
Cuadro 4. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre los parámetros productivos de conejos en etapa de crecimiento-finalización.....	31
Cuadro 5. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre las medidas morfométricas (cm) de las canales de conejos en etapa de crecimiento-finalización	33
Cuadro 6. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el peso (g) de los cortes primarios obtenidos de las canales de conejos en etapa de crecimiento-finalización.....	34
Cuadro 7. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre la calidad de la carne del <i>músculo longissimus thoracis et lumborum</i> en conejos en la etapa de crecimiento-finalización.	37
Cuadro 8. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el peso (g) y porcentajes (%) de los huesos, músculos y tejido adiposo disectible de las canales de conejos en la etapa crecimiento-finalización.....	42
Cuadro 9. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el perfil de ácidos grasos (% de ácidos grasos totales) y composición química (g/100g) del músculo <i>longissimus thoracis et lumborum</i> de conejos en la etapa de crecimiento finalización	43

RESUMEN

La carne de conejo es una excelente fuente de proteína animal para la alimentación de humanos, sin embargo, en México, el consumo *per cápita* es muy bajo, lo cual ha sido asociado a la textura y color de la carne. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento productivo, las características de la canal, la calidad de la carne y el perfil de ácidos grasos de la carne de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de cempasúchil y zinc metionina. Se utilizaron doscientos conejos cruce de las razas Nueva Zelanda X California con 40 días de edad con un peso promedio de 1124 g los cuales fueron asignados de forma aleatoria a una de las 4 dietas y dos periodos de engorda. La dieta testigo no contenía ningún aditivo; la segunda dieta contenía 200 mg/kg de zinc que fueron aportados por los ingredientes de la dieta (47 mg/kg) y zinc metionina (153 mg/kg); la tercera dieta contenía 80 mg/kg de pigmento de flor de Cempasúchil saponificado obtenido de una marca comercial (Laboratorio Biosíntesis); la cuarta dieta contenía ambos aditivos (zinc metionina y pigmento de flor de Cempasúchil) en las concentraciones mencionadas. Las dos edades de matanza fueron a los 68 y 82 días de edad. Los ingredientes en todas las dietas aportaban 47 mg/kg de zinc. El análisis estadístico realizado fue un arreglo factorial 2 x 2 x 2 de tratamientos. Los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (2004), con un modelo que evaluó los efectos del pigmento, del zinc y las edades de matanza. De acuerdo con los resultados obtenidos el desempeño productivo no fue afectado ($P < 0.05$) por la adición de zinc metionina, pigmento de flor de cempasúchil y la edad de matanza, mientras que las características de la canal como el rendimiento de la canal, el perímetro de la cintura, la anchura de la pierna, el peso de los huesos y el pH fue incrementado ($P < 0.05$); referente al análisis químico proximal y perfil de ácidos grasos, en el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* se incrementó el porcentaje proteína ($P < 0.05$) y el ácido graso mirístico fue el único que se modificó al disminuir su porcentaje ($P < 0.05$), finalmente, los índices de calidad nutricional estimados no fueron afectados.

Palabras clave: Conejos, canal, pigmento de flor de cempasúchil, zinc metionina, ácidos grasos.

ABSTRACT

Rabbit meat is an excellent source of animal protein for human consumption; however, in Mexico, per capita consumption is very low, which has been associated with the texture and color of the meat. The objective of this research is to evaluate the productive performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of meat from rabbits fed diets with Cempasúchil flower pigment and zinc methionine. Two hundred New Zealand and California crossbred rabbits 40 days old with an average weight of 1124 g were randomly assigned to one of four diets and two fattening periods. The control diet contained no additives; the second diet contained 200 mg/kg zinc which was provided by the diet ingredients (47 mg/kg) and zinc methionine (153 mg/kg); the third diet contained 80 mg/kg saponified marigold flower pigment obtained from a commercial brand (Biosynthesis Laboratory); the fourth diet contained both additives. The two slaughter ages were 68 and 82 days of age. The ingredients in all diets provided 47 mg/kg zinc. The statistical analysis performed was a 2x2x2 factorial arrangement. The data obtained were analyzed with the statistical package SAS (2004), with a model that evaluated the effects of treatments and slaughter ages ($P < 0.05$). The factor that had the greatest effect on productive performance, carcass characteristics and meat quality was slaughter age; however, the interaction between treatments, although it did not modify productive performance, modified pH, color variables L^* , b^* and C^* , adipose tissue deposition and fatty acid profile.

Keywords: Rabbits, carcass, marigold flower pigment, zinc methionine, fatty acids.

I. INTRODUCCIÓN

La carne es una fuente de proteína de excelente calidad biológica, ácidos grasos, magnesio, hierro, cobre, selenio, vitaminas del complejo B, calcio y potasio que son indispensables en la dieta de las personas (Dalle Zotte y Zsendrö, 2011). La carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), al igual que la de ave, es considerada carne blanca y magra; presenta un bajo nivel de ácidos grasos, colesterol y triglicéridos comparada con las carnes rojas, lo cual la vuelve una opción para personas que deben limitar el consumo de grasas en su dieta (Dalle Zotte y Zsendrö, 2011). El consumo de carne de conejo *per capita* en México es de 100 gramos, mientras que los países de mayor consumo en el mundo rondan los dos kilogramos (Jaramillo *et al.*, 2015); debido a esto, en México se están buscando y creando estrategias que apoyen a los cunicultores a incrementar el consumo de carne de conejo por parte de algunos grupos de investigación y dependencias de gobierno.

La carne de pollo en ciertas regiones del mundo es identificada por los consumidores por el color amarillo de la grasa y la piel, siendo sinónimo de calidad y frescura (Sunde, 1992; Rajput *et al.*, 2012), obteniéndose con la adición de pigmentos naturales o sintéticos a la dieta de las aves (Castañeda *et al.*, 2005). La flor de Cempasúchil (*Tagetes erecta*) es utilizada como pigmento debido a su alto contenido de carotenoides (Brambila *et al.*, 1972), sus componentes esenciales son luteína y zeaxantina (Martínez *et al.*, 2004; Gong *et al.*, 2011). La intensidad del color puede ser controlado por el tipo de pigmento y la dosis utilizada en la dieta (Lai *et al.*, 1996) siendo sus principales sitios de almacenamiento: la piel, tejido adiposo y el huevo en las aves de engorda y postura, respectivamente (Brambila *et al.*, 1972).

El zinc es un mineral importante en distintos procesos metabólicos, funciona como cofactor de las enzimas, modifica el perfil de ácidos grasos, mejora la conversión alimenticia, consumo de alimento y ganancia diaria de peso asociado a un incremento en el tamaño de las vellosidades intestinales en conejos (Yan *et al.*, 2017).

La suplementación de zinc en la dieta puede incrementar la cantidad de grasa intramuscular proveniente de un incremento en la síntesis de ácidos grasos libres que es regulado por genes lipogénicos, de transporte de ácidos grasos a través de un incremento de la actividad enzimática y disminuyendo la expresión de genes lipolíticos (Zhang *et al.*, 2014). También tiene una función importante en la formación de las vesículas secretorias, la síntesis y secreción de insulina que es la hormona que permite la captación de glucosa a las células, además, de promover la glucogenogénesis y la lipogénesis. En cerdos de engorda la suplementación de óxido de zinc incrementó significativamente la actividad del receptor nuclear PPAR γ que ocasiona un incremento en la expresión de genes de transporte de ácidos grasos provocando el aumento de estos, los cuales van a favorecer la deposición de grasa intramuscular (Zhang *et al.*, 2014).

Investigaciones realizadas en la región centro en México a través de la aplicación de encuestas indicaron que uno de varios factores que afectan la compra y consumo de la carne de conejo es ocasionada por su color y textura mostrando desagrado para estos atributos (Jaramillo *et al.*, 2015).

La adición de flor de Cempasúchil en dietas de conejos podría modificar el color de la carne. La carne de conejo presenta una baja cantidad de grasa intramuscular lo que podría dificultar los cambios en el color de la canal, por lo tanto, al adicionar las dietas de conejos con zinc orgánico se podría incrementar la deposición de grasa intramuscular. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento productivo, las características de la canal y la calidad de la carne de conejos alimentados con dietas suplementadas con pigmento de flor de cempasúchil y zinc orgánico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción y consumo de la carne de conejo

Debido a la demanda mundial de proteína de origen animal la producción de las diferentes especies pecuarias se ha incrementado en los últimos años. Las principales fuentes de proteína de origen animal para los humanos son el cerdo y el pollo, sin embargo, algunas otras especies también han incrementado su producción.

El inventario mundial de conejos ha ido en crecimiento, en el año 2000 el número de cabezas era de 244,233,000, mientras que para el año 2016 fue de 316,686,000. El continente que mayor inventario presenta es Asia seguido Europa, África y América. El principal productor a nivel mundial de conejos es China, seguida por Italia, España y Francia (FAOSTAT, 2018).

En el continente americano existe un inventario de 5,983,000 de cabezas de conejo, de los cuales México aporta 1,394,000, con una producción de 4,448 toneladas de carne en el año 2016 (FAOSTAT, 2018). Los principales estados productores de carne de conejos en México son: Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, Jalisco, Michoacán, Guanajuato y la Ciudad de México (Jaramillo *et al.*, 2015). En la República Mexicana el consumo *per capita* de la carne de conejo es de 100 gramos, mientras que en otros países como Portugal, Francia, España e Italia se consumen alrededor de dos kilogramos por persona (Jaramillo *et al.*, 2015).

La producción de conejo se caracteriza por tener un bajo costo de producción comparado con otras especies, además, son animales de rápido crecimiento y elevada prolificidad que se adaptan a diferentes entornos lo que puede favorecer el incremento de unidades de producción a pequeña y mediana escala (Lebas *et al.*, 1996).

2.2 Características nutritivas de la carne de conejo

La carne de conejo es una fuente de proteína de alto valor biológico, rica en vitaminas del complejo B, minerales y ácidos grasos esenciales (Dalle Zotte y Zsendrö, 2011). La carne de pollo, ternera y conejo poseen valores similares de proteína y grasa, pero la carne de conejo contiene un bajo contenido de grasas saturadas comparada con la carne de ternera (Guernebleich, 2001).

La carne de conejo contiene 20.8% de proteína, el contenido en grasa es de 5 g/100 g de carne lo que proporciona un valor energético de 131 kcal/100g. El 62% del total de los ácidos grasos de la carne de conejo son insaturados y el contenido de colesterol es de 59 mg/100g (Hernández, 2007). Por otro lado, Gasperlin *et al.* (2006) determinaron que la carne de conejo contenía 22% de proteína, 1.31% de cenizas, 4.1% de grasa y 76.6 mg de colesterol por cada 100 gramos de carne fresca, la muestra se obtuvo de la mezcla de carne del músculo *Longissimus lumborum*, músculos de la pared abdominal y pierna.

Los lípidos de la carne de conejo contienen menos del 50% de ácidos grasos saturados, además, pueden llegar a tener hasta 65% de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. El porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados en la carne es de 13.8% en el cerdo, 8.7% en la res, 27.4% en el pollo y 32.5% en conejos (Dalle Zotte y Zsendrö, 2011). Según Nettleton *et al.*, 2013 las grasas poliinsaturadas tienden a prevenir enfermedades crónicas en los humanos mientras que los ácidos grasos saturados las favorecen.

El perfil de ácidos grasos del tejido adiposo está influenciado por la edad, el genotipo, la actividad física, el sexo y los ácidos grasos consumidos en los alimentos. También se han reportado diferencias en el perfil de ácidos grasos de acuerdo con el depósito de grasa de la canal (Yonkova, *et al.*, 2017). Actualmente algunos grupos de investigación están trabajando en la suplementación de ingredientes que modifiquen el perfil de ácidos grasos poliinsaturados y reducir la relación de ácidos grasos $\Omega 6$ y $\Omega 3$ el cual ha reportado variación de 2.95 a 11.6 dependiendo de la dieta, además, en conejos esta relación es menor comparada

con la carne de cerdo, pollo y res (Gasperlin, *et al.*, 2006; Hernandez y Dalle Zotte., 2010; Yonkova *et al.*, 2017). Los principales ácidos grasos contenidos en la carne de conejo son el palmítico 29.8%, el linoleico 25.1%, el cis-oleico 23.3%, esteárico 6.98%, palmitoleico 4.64%, alfa linolénico 3.78%, mirístico 2.74 y transoleico 0.53% respectivamente (Gasperlin, *et al.*, 2006).

La carne de conejo contiene hierro y zinc: 1.3 mg y 0.55 mg por cada 100 gramos de carne respectivamente (Dalle Zotte y Zsendro, 2011).

El contenido de minerales en la carne de conejo y otras especies se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de minerales (mg/100g) en carne de diferentes especies de producción

Mineral	Cerdo	Res	Pollo	Conejo
Calcio	7-8	10-11	11-19	2.7-9.3
Fosforo	158-223	168-175	180-200	222-234
Potasio	300-370	330-360	260-330	428-431
Sodio	59-76	51-89	60-89	37-47
Hierro	1.3-1.7	1.8-2.3	0.6-2.0	1.1-1.3
Selenio, µg	8.7	17	14.8	9.3-15

Dalle Zotte y Zsendro, 2011

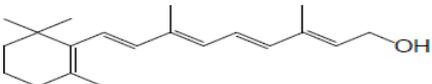
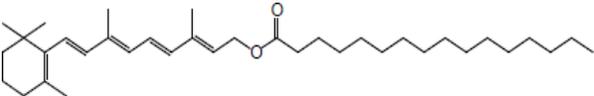
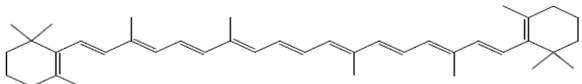
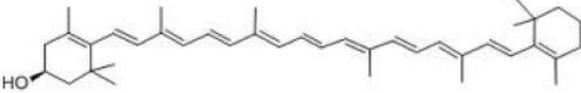
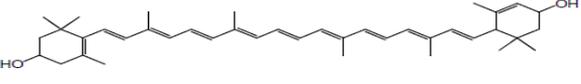
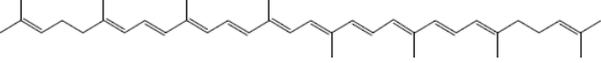
2.3 Los carotenoides en la nutrición y alimentación animal.

Los carotenoides son sustancias liposolubles que se encuentran en vegetales, bacterias, algas, hongos y animales (Murray *et al.*, 2010); a nivel celular se ubican en los cromoplastos de las células de las plantas dando el color característico: amarillo, rojo o naranja; en los animales se pueden acumular en los tejidos como la piel, el musculo, la grasa y los huevos de las aves (Green y Fascetti, 2016).

Los carotenoides se dividen en dos grupos, los carotenos y las xantofilas; los primeros son precursores de vitamina A, tienen una función antioxidante mientras que los segundos son utilizados principalmente en la alimentación de algunas

especies animales como pigmentos. Algunos ejemplos de xantofilas son: la luteína, zeaxantina, β -criptoxantina, astaxantina y fucoxantina. La principal diferencia entre la estructura química de carotenos y xantofilas es que los primeros no presentan oxígeno en sus anillos terminales (β -carotenos y licopenos) mientras que los segundos contienen oxígeno en sus anillos terminales (Green y Fascetti, 2016). La estructura molecular de los retinoles y carotenoides se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Estructura molecular de retinoles y carotenoides.

Nombre	Estructura molecular
Retinol	
Palmitato de retinilo	
β -caroteno	
β -criptoxantina	
Luteína	
Licopeno	

Remboul, 2013.

La coloración amarillenta de la carne de pollo se puede obtener a través del consumo de dietas que contengan carotenoides (Blanch, 1999), también son utilizados en dietas en la acuicultura proporcionando pigmentos a los peces y crustáceos (Breithaupt, 2007).

Algunos ingredientes utilizados en la elaboración de alimento para las diferentes especies animales que contienen elevadas cantidades de carotenoides son: maíz, gluten de maíz, alfalfa y flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) (Brambila *et al.*, 1972; Lokaewmanee *et al.*, 2011). Algunos pigmentos sintéticos se han desarrollado al paso del tiempo como la cantaxantina, el apo-éster, citraxantina y son conocidos

como oxicarotenoides (Castañeda *et al.*, 2005). La efectividad de las fuentes naturales de pigmento en las aves depende de la concentración y nivel de absorción de las xantofilas (Castañeda *et al.*, 2005).

En las aves los carotenoides no pueden ser sintetizados *in novo*. por lo que, deben ser adicionados en las dietas para que puedan tener el color característico de su especie cuando se encuentra en su hábitat natural, la falta de pigmentación en los animales de producción en confinamiento es debido a la deficiencia de carotenoides en su dieta alimenticia. Por lo tanto, el uso de carotenoides en las dietas de algunas especies de producción ha sido utilizado para lograr la coloración deseada (Hudon, 1994).

Hace algunos años también se comenzó a investigar los efectos que tienen los carotenoides sobre la inmunidad y su efecto antioxidante en diferentes especies animales incluido el humano. Se observó que la suplementación con distintos carotenos tanto en aves como conejos mejora la respuesta humoral contra diferentes virus, después de ser vacunados comparados con los grupos testigos (Bédécarrats y Leeson, 2006; Rajput, *et al.*, 2012; Ghodrati-zadeh, *et al.*, 2013).

2.4 Absorción de los carotenoides

Los carotenoides son lipofílicos e insolubles en agua, por consiguiente, son absorbidos con las grasas de la dieta en el tracto gastrointestinal. Para ser absorbidos los carotenoides deben ser liberados de los alimentos a través de la masticación, los movimientos gástricos y las enzimas digestivas formando una emulsificación de gotas de grasa dentro del estómago e intestino. Los carotenoides presentes en hojas y tallos se encuentran en forma libre mientras que los de frutas y semillas se encuentran esterificados con ácidos grasos, por lo que, deben hidrolizarse para ser absorbidos (Green y Fascetti, 2016). Posteriormente son incorporados a micelas mixtas que consisten principalmente en ácidos grasos libres, sales biliares, colesterol, fosfolípidos y otros lípidos. Junto con los lípidos, las sales biliares emulsionan a los carotenoides para que puedan ser absorbidos por los enterocitos a través de difusión pasiva o con apoyo de transportadores (Esatbeyoglu

y Rimbach, 2016). La cantidad y la calidad de la grasa en la dieta tiene influencia sobre la secreción biliar y la formación de micelas, por lo tanto, también influye en la absorción de carotenoides (Surai *et al.*, 2001). Además, la transferencia de micronutrientes liposolubles a las micelas durante la lipólisis en el intestino puede verse afectada por varios factores como la estructura molecular del micronutriente, el pH y la presencia de la grasa presente en la dieta, la cual, va a estimular la secreción de jugo pancreático y biliar, necesarias para la digestión de los lípidos y para la formación de micelas (Remboul, 2013).

Hay varios transportadores involucrados en la captación de carotenoides a nivel intestinal. El receptor Scavenger clase B tipo 1 (SR-B1) es una glicoproteína que se ubica en el borde de cepillo de los enterocitos a partir del duodeno hasta el colon; es capaz de unirse a lipoproteínas y facilitar la entrada selectiva de un gran número de ligandos libres o esterificados (Hauser *et al.*, 1998). También se identificó que esta proteína juega un papel en la captación de luteína carotenoide en células Caco-2 (Remboul *et al.*, 2005). El receptor CD36 (Cluster Determinant) se expresa en duodeno y yeyuno a nivel apical del enterocito permitiendo el enrutamiento de los ácidos grasos hacia el retículo endoplásmico para la formación de quilomicrones y participar en la captación de β -caroteno, así como en las vesículas en los bordes de cepillo de enterocitos de ratón, ayudando así al transporte selectivo de carotenoides (Sakudoh, *et al.*, 2010). El transportador NPC1L1 es uno de los más importantes transportadores de colesterol y fitoesterol; se ha demostrado que está involucrado en la captación intestinal de carotenoides debido a que disminuye al inhibidor específico ezetimibe afectando la absorción intestinal, reduciendo la captación de α y β caroteno, licopeno, luteína y zeaxantina en células Caco-2 (During *et al.*, 2005).

El yeyuno y el íleon son los principales sitios de absorción de los carotenoides en el intestino delgado (Brambila, 1972; Perez-Vedrell *et al.*, 2001). Solo una parte del carotenoide es captada por las células epiteliales intestinales y secretada en la linfa como quilomicrones para circular en el torrente sanguíneo. Posteriormente la proteína lipasa degrada los quilomicrones, el hígado absorbe los carotenoides en los restos de los quilomicrones y los almacena o se secretan como lipoproteínas de

muy baja densidad en el torrente sanguíneo para luego transformarlos en proteínas de baja densidad, finalmente son llevados a los tejidos a través de los receptores de lipoproteínas de baja densidad. Los carotenoides altamente hidrófobos como el β -caroteno y el licopeno se localizan en la parte interna de las proteínas de baja densidad, mientras que las xantofilas menos hidrófobas como la luteína y zeaxantina se distribuyen por igual tanto en las lipoproteínas de baja densidad como en las de alta densidad (Katoke-Nara y Nagao, 2011). Las lipoproteínas son los principales transportadores de carotenoides en la circulación; los carotenoides son transportados en lipoproteínas de baja y alta densidad (Blesso *et al.*, 2013). En una investigación realizada en humanos se detectó que, del total de carotenoides presentes en las lipoproteínas, el 55% se encuentra en las de baja densidad, 31% en las lipoproteínas de alta densidad y del 10 al 19% en las lipoproteínas de muy baja densidad; la luteína y la zeaxantina se encuentran en mayor cantidad en las lipoproteínas de alta densidad (Clevidence y Vieri, 1993). Takahashi, 2004 encontró que las aves alimentadas con *Phaffia rhodozyma* contenían el 70% de astaxantina en plasma dentro de las lipoproteínas de alta densidad lo que sugiere que estas son los transportadores en sangre más importantes para este carotenoide.

Las lipoproteínas sintetizadas por la pared intestinal son transportadas por el sistema linfático intestinal, están formadas por triglicéridos, colesterol libre y esterificado, fosfolípidos, proteínas y vitaminas liposolubles incluyendo los carotenoides (Surai *et al.*, 2001). El tejido adiposo es el sitio de mayor almacenamiento de triglicéridos, es una fuente de energía y puede depositarse continuamente (Pond, *et al.*, 2005).

2.5 Uso de la flor de cempasúchil como pigmento

La flor de Cempasúchil es originaria de México, cultivada principalmente en los estados de Sinaloa, Michoacán y Guanajuato (Martínez *et al.*, 2004). Brambila, 1972 reportó por primera vez el uso de la flor de cempasúchil como una alternativa a los ingredientes que aportaban carotenoides en la dieta de pollos de engorda y gallinas de postura. Esta flor se caracteriza por su color amarillo o naranja. En la alimentación animal se utilizan únicamente los pétalos de la flor o se extraen las

xantofilas a través de un proceso de saponificación. Se observó que al añadir una baja cantidad de harina de flor de Cempasúchil se obtenía la coloración deseada en los pollos de engorda y aves de postura (Brambila *et al.*, 1972). Actualmente las cantidades de pigmento de flor de Cempasúchil adicionadas a las dietas de pollos de engorda varían de 60 a 200 ppm. Al paso de los años se observó que la mejora genética redujo los días para alcanzar el peso al sacrificio y las canales no obtenían la coloración deseada, por lo tanto, se incrementó la dosis de xantofilas en las dietas de las aves logrando la coloración deseada (Martínez *et al.*, 2004; Castañeda *et al.*, 2005; Rajput *et al.*, 2012). En diversas investigaciones se ha encontrado que añadir flor de cempasúchil en las dietas de pollos de engorda y aves de postura no afecta el consumo de alimento, el peso al sacrificio, la eficiencia y la conversión alimenticia, pero incrementa la coloración amarillenta de las canales y huevos de las aves (Martínez *et al.*, 2004; Castañeda *et al.*, 2005; Rajput *et al.*, 2012; Muñoz *et al.*, 2012). Peiretti y colaboradores (2013) observaron que al administrar orujo de jitomate en dietas de conejos modificó el color del músculo *Longissimus dorsi* incrementando el tono amarillo y la croma lo anterior fue asociado al contenido de licopeno y β - caroteno presente en el orujo de jitomate.

Actualmente no hay evidencia científica de la suplementación de carotenoides en las dietas utilizadas para la alimentación de conejos.

2.6 El zinc en la nutrición animal

El zinc es el segundo metal más abundante en el cuerpo después del hierro. Se encuentra en todos los tejidos y secreciones del organismo. En los músculos, huesos, piel e hígado se concentra el 96% de zinc. Se considera esencial para los organismos eucariotas y procariotas, ya que se requiere para el desarrollo y funcionamiento celular (Coverdale *et al.*, 2018). Es cofactor de más de 300 enzimas y tiene actividad antioxidante a través del sistema de defensa antioxidante (El-Hack *et al.*, 2017). También participa en la biosíntesis de ácidos nucleicos y en procesos de división celular, tiene efectos benéficos sobre el metabolismo de los nutrientes, el balance ácido base y la protección inmunitaria (Yan *et al.*, 2017). El zinc juega un papel importante en la osificación y mineralización de los huesos estimulando el

ADN en los osteoblastos, incrementando el peso de los huesos y la deposición de iones de calcio. La deficiencia de este mineral puede ocasionar un descenso gradual en el peso corporal, en el peso y grosor de los huesos, disminuir la mineralización, así como provocar un déficit de calcio en el plasma (Kwiecień *et al.*, 2016); además está implicado en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos; se ha relacionado con varios mecanismos lipogénicos, además de disminuir la lipólisis (Malcom-Callis *et al.*, 2000; Oh y Choi 2004). Estudios realizados han demostrado que añadir zinc en las dietas favorece el incremento de la grasa en las canales y el marmoleo en la carne de ganado de engorda y cerdos (Greene *et al.* 1988; Spears y Kegley, 2002; Zhang *et al.*, 2014).

Actualmente en conejos no hay estudios que avalen el incremento de la cantidad de grasa intramuscular con la adición de zinc, pero este efecto se ha observado en las especies antes mencionadas y es motivo de estudio en esta investigación.

2.7 Principales fuentes de zinc

El zinc se puede encontrar en forma orgánica e inorgánica. En la forma inorgánica está como óxido o sulfato mientras que en la forma orgánica el zinc se asocia a un aminoácido por ejemplo metionina o glicina, además, puede formar complejos con ácidos como el lactato (Yan *et al.*, 2017). En diversas investigaciones en cerdos y pollos de engorda se observó que las fuentes de zinc orgánicas tienen una mejor biodisponibilidad comparado con las fuentes inorgánicas debido a una mejor absorción y eficiencia de uso (Downs *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2010.). En conejos no se modificó la biodisponibilidad al evaluar varias fuentes de zinc orgánicas e inorgánicas (Ferreira *et al.*, 2002). En otra investigación se observó mayor ganancia de peso y menor conversión alimenticia y consumo de alimento por efecto de la adición de zinc lactato en dietas para conejos comparado con dietas adicionales con óxido de zinc, zinc glicina y zinc metionina (Yan *et al.*, 2017).

2.8 Absorción y metabolismo del zinc

La liberación de los metales presentes en la dieta inicia en el estómago, donde actúan enzimas como la pepsina y la lipasa gástrica, además, de un pH ácido que permite que se liberen los metales de los complejos orgánicos en los que están presentes (Corte-Real y Bohn, 2018). La absorción del zinc ocurre en el tracto gastrointestinal. En el intestino delgado se absorbe de 5 a 40% del zinc consumido (Pond *et al.*, 2005). El zinc en su forma libre puede ser absorbido por transporte pasivo y captación facilitada (Corte-Real y Bohn, 2018), sin embargo, también puede ser transportado al interior y exterior de las células y sus organelos a través de proteínas transportadoras (Baltaci y Yuce, 2017). La mayor tasa de absorción se obtiene en el yeyuno posteriormente es transferido fuera de las células de la mucosa intestinal por el plasma, lo cual, está controlado por las metalotioneinas (Pond *et al.*, 2015). Las metalotioneinas son un grupo de proteínas de bajo peso molecular ricas en cisteína, los cuales sirven como reservorio de zinc intracelular. El proceso de absorción del zinc parece estar regulado por la secreción endógena de zinc (Baltaci *et al.*, 2017).

La absorción del zinc es inhibida por iones divalentes como cobre, níquel, hierro y cobalto, pero no es afectado por el calcio y magnesio (Pond, *et al.*, 2005; Baltaci *et al.*, 2017). La cantidad de proteína presente en la dieta favorece la absorción de zinc. Algunos aminoácidos como la histidina, metionina, iones de bajo peso molecular como el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) inorgánico y los ácidos mejoran la absorción del zinc (Pond, *et al.*, 2005; Baltaci *et al.*, 2017).

Las proteínas transportadoras de zinc son responsables de mantener al zinc en ciertas concentraciones. Los transportadores de zinc se dividen en dos familias principales, SLC39s / ZIPs y SLC30s / ZnTs. Los transportadores ZIPs llevan el zinc de los compartimentos extracelular e intracelular al citosol. Los transportadores ZnTs transportan el zinc del citosol a los compartimentos extracelulares e intracelulares. Dentro de la célula las concentraciones de zinc son: 50% en el

citoplasma, el 30-40% en el núcleo y el 10% en el plasma y membranas de los organelos (Baltaci y Yuce, 2017).

Se han identificado 10 transportadores de la familia ZIP y 14 transportadores de la familia ZnT (Baltaci y Yuce, 2017). Los cambios en la disponibilidad y distribución del zinc en la célula son detectados y regulados por los transportadores de zinc. Se han descrito dos modelos de señalización para regular la homeostasis de zinc: a) por una señalización temprana, el cual, es un proceso independiente de la transcripción de genes dando como resultado cambios en la concentración de zinc a nivel intracelular a partir de los organelos al citosol; b) la señalización de zinc tardía desencadenada por estímulos extracelulares pero implica cambios dependientes de la transcripción de genes y, por lo tanto, involucra proteínas en la homeostasis del zinc como proteínas de almacenamiento y transportadores (Norouzi *et al.*, 2017).

La tasa de absorción de zinc se incrementa en respuesta al bajo consumo en la dieta ocasionando un incremento en la expresión de genes para codificar varios transportadores de zinc (Huang *et al.*, 2015).

Varias proteínas están involucradas en el metabolismo del zinc a nivel intestinal por ejemplo la metalotioneína 1, el transportador de metales divalente, y los transportadores ZIP4 y ZnT1. La metalotioneína 1 es la principal proteína de unión en el citosol intracelular; el transportador de metales divalentes está involucrado en la absorción intestinal de metales divalentes como el hierro y el zinc; el transportador ZIP4 el cual se ubica en la membrana apical de los enterocitos transporta iones de zinc del exterior al citoplasma y el transportador ZnT1 realiza una función inversa, es decir, disminuye los niveles de zinc intracelular transportando al zinc desde la membrana basolateral para unirlo a la albumina en el plasma (Huang *et al.*, 2015). ZIP5 es un transportador bidireccional, se encuentra en las membranas basolaterales de los enterocitos, células acinares pancreáticas y células renales; se cree que ayudan al control de la eliminación del zinc, ZIP14 ayuda a la absorción de

zinc en el tracto gastrointestinal y ZIP11 en las glándulas gástricas, células parietales estomacales, íleon, ciego y el colon (Baltaci y Yuce, 2017).

Del 75 al 95% del zinc que se encuentra en plasma está unido al sitio de unión a metales conocido como el sitio A de la albumina y compite por esta zona con el cadmio, cobre, níquel y cobalto; solo una pequeña parte nanomolar de zinc se encuentra libre o en el sitio B de la albumina. El zinc compite con ácidos grasos en los sitios de unión de la albumina y al incrementarse podrían ocasionar una redistribución de zinc a otras proteínas plasmáticas, exportar el exceso de zinc libre o unirse a proteínas transportadoras ZIP o a receptores de superficie celulares (Coverdale, *et al.*, 2018).

A través de la albumina, el zinc puede ser distribuido a diferentes tejidos uno de ellos es el páncreas donde participan varios transportadores. Se ha identificado que los transportadores ZIPs son importantes para regular la homeostasis de zinc citosólico y en la secreción de insulina (Norouzi, *et al.*, 2017).

La insulina es una hormona peptídica que aumenta los niveles de glucosa en la sangre, además, de estimular la captación de esta. El ARNm es traducido en el ribosoma como preproinsulina, el cual está formado de tres cadenas de péptidos conocidos como A, B y C después se va a transportar al aparato de Golgi para formar la proinsulina, posteriormente forma gránulos o vesículas secretoras con iones de zinc (Huang, 2014).

El ZnT8 tiene una función importante en la estructura y secreción de insulina en las células beta del páncreas. En los gránulos secretores del páncreas donde se almacena la insulina como un hexámero inactivo de zinc insulina, se libera a la circulación sanguínea por exocitosis, un cambio en el pH ocasiona una disociación del complejo en un monómero bioactivo de insulina. Liu (2015) y colaboradores indican que el flujo de entrada del zinc a través de los transportadores ZIP tiene un papel importante en la secreción de insulina dentro del citosol y organelos celulares.

También determinaron que en células en las que se eliminaron ZIP6 y ZIP7 presentaron una menor secreción de insulina, pero este resultado no fue notable hasta el momento en que uno de los transportadores fue eliminado, ocasionando una reducción del zinc intracelular, se concluyó que ZIP6 y ZIP7 controlan la concentración de zinc intracelular pero no afectan la expresión de ZnT8, sin embargo, pueden disminuir el zinc disponible para su captación a las vesículas secretorias.

Una vez que la insulina y el zinc de las vesículas secretoras es liberada, los iones de zinc se pueden reciclar de nuevo en las células β del páncreas o actuar sobre las células α inhibiendo la secreción de glucagón a través de ZIP6 y ZIP7 (Huang, 2014). Cabe recordar que la insulina y el glucagón controlan los niveles de glucosa. ZnT7 regula positivamente la expresión del gen de la insulina en células β ocasionando un incremento en la síntesis de proteínas de insulina y su posterior secreción (Huang, 2014).

2.9 Funciones del zinc en la lipogénesis

El zinc se encuentra presente en varias metaloenzimas y estas se asocian con el metabolismo de los carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos y en la síntesis de proteínas (Smith y Akinbamijo, 2000). Spears y Kegley (2002), además, de Zhang y colaboradores (2004) reportaron un incremento en el marmoleo de la carne de terneros y cerdos alimentados con dietas adicionadas con zinc. A nivel metabólico, la cantidad de grasa intramuscular resulta de un balance entre el consumo, la síntesis y degradación de triglicéridos, los cuales se encuentran involucrados en las rutas metabólicas de los adipocitos y miofibrillas, están regulados por enzimas metabólicas y controladas por genes funcionales en el tejido muscular. Los genes que participan en la lipogénesis son los genes de síntesis de ácidos grasos, genes de captación de ácidos grasos y genes de transporte de ácidos grasos. En cerdos y ganado se observó que al suplementar las dietas con niveles mayores a los requerimientos nutricionales de zinc se incrementó la cantidad de grasa intramuscular encontrando que el receptor nuclear PPAR γ que regula la expresión

de varios genes que codifican proteínas involucradas en la deposición de ácidos grasos se encontraba aumentada comparados con los grupos testigo (Zhang *et al.*, 2014; Oh y Choi, 2004). La proteína dedos de zinc Zfp423 regula la expresión de PPAR γ el cual regula la determinación de los preadipocitos, por lo tanto, la proteína dedos de zinc Zfp423 es un regulador de los preadipositos (Nematbakhsh *et al.*, 2021). También se identificó un aumento en la expresión en los genes de transporte asociado al incremento en la actividad de las enzimas lipoproteína lipasa, la proteína de unión de ácidos grasos y adipocitos, lo cual, significa que hay mayor transporte de ácidos grasos y en consecuencia un incremento de la grasa intramuscular (Zhang *et al.*, 2014).

El zinc promueve la secreción de insulina permitiendo el ingreso de la glucosa dentro de la célula debido a su participación en la fosforilación de la subunidad β del receptor de la insulina, además, ayuda a la activación de la proteína quinasa β y la proteína fosfatidilinositol quinasa 3 (Climaco-Cruz, *et al.*, 2016).

III. JUSTIFICACIÓN

El consumo de carne es importante debido al aporte nutricional en las dietas de las personas. Dentro de los principales nutrientes que aportan los productos de origen animal se encuentran la proteína, vitaminas del complejo B, minerales como zinc, hierro o magnesio. Las carnes que más se consumen en México son el pollo, el cerdo y la res (SIAP, 2018). Existen otras especies animales como el conejo que no han logrado incrementar el consumo *per capita* como las especies antes mencionadas.

Investigaciones realizadas en el centro del país a través de la aplicación de encuestas indicaron que entre los factores que afectan la compra y consumo de la carne de conejo se incluyen el color y textura, mostrando desagrado para estos atributos.

Esta investigación plantea la suplementación de carotenoides provenientes de la flor de Cempasúchil (*Tagetes erecta*) y zinc orgánico en la dieta de conejos para conocer la respuesta productiva, las características de la canal y la calidad de la carne con la finalidad de ofrecer opciones en la nutrición de conejos esperando obtener un producto que pueda aportar un valor agregado para el productor y los consumidores.

IV. HIPOTESIS

La adición de pigmento de flor de Cempasúchil y zinc orgánico en la dieta de conejos en la etapa de crecimiento-finalización mejora el desempeño productivo, las características de la canal y la calidad de la carne, incrementa el contenido de grasa intramuscular y mejora el color del musculo *Longissimus thoracis et lumborum*.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño productivo, las características de la canal y la calidad de la carne de conejos en etapa crecimiento-finalización alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de Cempasúchil, zinc orgánico y dos edades de matanza.

5.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento, la eficiencia y la conversión alimenticia de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de Cempasúchil y zinc orgánico en dos edades a la matanza de 68 y 82 días.
2. Evaluar el peso de la canal, rendimiento de la canal, las características morfológicas y el peso de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de Cempasúchil y zinc orgánico en dos edades a la matanza de 68 y 82 días.
3. Evaluar el peso y porcentajes de los huesos, músculos y tejido adiposo disectible de las canales de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de Cempasúchil y zinc orgánico en dos edades a la matanza de 68 y 82 días.
4. Evaluar el pH, fuerza de corte, color, composición química nutrimental y perfil de ácidos grasos del musculo *Longissimus thoracis et lumborum* de conejos alimentados con dietas adicionadas con pigmento de flor de Cempasúchil y zinc orgánico en dos edades a la matanza de 68 y 82 días.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Límite de espacio

La investigación se realizó en el Área Experimental Cunícola de La Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, el Laboratorio de Bromatología, el Laboratorio de Metabolismo y el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de México ubicada en avenida Independencia Poniente, El Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México, México con una latitud Norte 19.407723 y longitud Oeste - 99.690275 y una altitud de 2608 metros sobre el nivel de mar.

6.2 Unidad experimental, diseño experimental y tratamientos

Doscientos conejos (Nueva Zelanda x California) de 40 días de edad, con un peso promedio de 1124 g se asignaron de forma aleatoria a una de las 4 dietas experimentales y dos periodos de engorda utilizando un diseño experimental factorial 2 x 2 x 2. Los ingredientes que componían la dieta incluían: heno de avena, alfalfa, sorgo, salvado de trigo, además, de vitaminas y minerales (Cuadro 3). La dieta testigo no contenía ningún aditivo, la segunda dieta (Zn-Met) contenía 200 mg/kg⁻¹ de zinc metionina; la tercera dieta (FC) contenía 80 mg/kg⁻¹ pigmento de flor de Cempasúchil y la cuarta dieta (Zn-Met*FC) contenía ambos aditivos (200 mg/kg⁻¹ de Zn-Met y 80 mg/kg⁻¹ de pigmento de flor de Cempasúchil); también se evaluaron dos edades al sacrificio (68 y 82 días) con un periodo experimental de 28 y 42 días, respectivamente. Los ingredientes utilizados para elaborar las dietas aportaban 47 mg kg⁻¹ de zinc, por lo tanto, se añadieron 153 mg/kg⁻¹ de Zn- Met a las dietas que contenían en total 200 mg/kg⁻¹ de zinc.

Cuadro 3. Ingredientes (%), composición química (g/100g) y perfil de ácidos grasos (% ácidos grasos totales) en dietas experimentales.

	Dietas			
	Testigo	Zn-Met ¹	FC ²	Zn-Met*FC ³
Ingredientes				
Sorgo	22.66	22.66	22.66	22.66
Pasta de canola	21.22	21.22	21.22	21.22
Heno de avena	27.27	27.14	26.84	26.71
Salvado	22.00	22.00	22.00	22.00
Alfalfa	5.00	5.00	5.00	5.00
Premix ^a	1.85	0.85	0.85	0.85
Flor de cempasúchil	0.00	0.00	0.43	0.43
Zinc metionina	0.00	0.13	0.00	0.13
Composición química				
Materia seca	86.94	88.12	86.89	87.57
ED (Mcal/Kg) ^b	2.57	2.58	2.57	2.57
Proteína cruda	16.25	16.56	16.38	16.20
Extracto etéreo	1.11	1.39	1.10	1.06
Fibra cruda	14.00	13.98	13.90	13.85
Cenizas	6.97	6.92	6.93	6.74
Ca (%)	0.80	0.80	0.80	0.80
P (%)	0.64	0.64	0.64	0.64
Perfil de ácidos grasos				
C14:0	0.24	0.18	0.31	0.33
C16:0	16.31	16.13	15.67	16.17
C16:1	0.55	0.54	0.55	0.38
C18:0	1.80	1.83	1.89	1.72
C18:1n9c	35.71	35.28	35.95	35.64
C18:2n6c	39.74	40.14	40.06	39.96
C18:3n3	5.18	5.39	5.08	5.31
C22:0	0.47	0.51	0.49	0.49

¹Zn-Met, Zinc metionina; ²FC, pigmento de flor de cempasúchil; ³Zn-Met*FC, Zinc metionina con flor de cempasúchil.

^aPremix: Saccharomyces cerevisiae 50g; compactador 247g; bacitracina de zinc 60g; betaína 100g; fitasa 10 g; lasalosida sodica 33g; minazel 100g; CaCO₃ 1000g; Ca, P y Cenizas 285g.

^bEnergía Digestible.

6.3 Instalaciones

Durante el periodo experimental los conejos se alojaron individualmente en jaulas metabólicas con dimensiones de 40 x 60 x 90 cm. La alimentación se llevó a cabo en un comedero tipo tolva y el agua de bebida en un bebedero de chupón; el alimento y agua se ofrecieron *ad libitum* durante todo el experimento.

6.4 Programa de alimentación

El alimento balanceado con forma de pellet se fabricó en la Planta de Alimentos de la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Las dietas cubrieron los requerimientos nutricionales para conejos en la etapa de crecimiento y finalización recomendados por el NRC, 1977 y Lebas, 2013. En el cuadro 3 se muestran los ingredientes de las dietas experimentales, su composición química y el perfil de ácidos grasos.

El pigmento se suministró a partir de un producto comercial (Laboratorio Biosíntesis) que contiene una concentración de 20 g kg⁻¹ de xantofilas provenientes de flor de Cempasúchil saponificada.

6.5 Desempeño productivo

6.5.1 Consumo de alimento

El alimento se pesó y se ofreció *ad libitum* una vez al día. Al día siguiente se pesó el alimento rechazado (no consumido por el conejo).

- ✓ Consumo de alimento = alimento ofrecido - alimento rechazado o sobrante.

6.5.2 Ganancia diaria de peso

El primer pesaje se realizó al inicio del experimento (día 0) mientras que el último pesaje fue el día de la matanza. Con los datos obtenidos se calculó la ganancia diaria de peso.

La ganancia diaria de peso se calculó con la siguiente fórmula:

- ✓ Ganancia diaria de peso= peso final - peso inicial / número de días en experimentación (28 o 42 días).

6.5.3 Conversión alimenticia

Este valor se obtuvo al dividir el consumo de alimento durante el experimento entre la ganancia de peso en el mismo periodo.

- ✓ Conversión alimenticia= consumo de alimento/ganancia de peso.

6.5.4 Eficiencia alimenticia

Se dividió la ganancia de peso entre el consumo de alimento de los periodos experimentales.

- ✓ Eficiencia alimenticia= ganancia de peso/consumo de alimento

6.6 Faenado

La matanza se realizó acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM- 033-SAG/ZOO-2014 Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres, posteriormente se retiró la piel, vísceras de la cavidad abdominal y torácica de acuerdo con la metodología descrita por Blasco *et al.*, 1993.

6.7 Peso y rendimiento de la canal

El peso de la canal se obtuvo después de refrigerarla a 4.0°C durante 24 horas. El rendimiento de la canal se calculó al dividir el peso de la canal entre el peso vivo previo a la matanza multiplicado por 100.

6.8 pH

La medición del pH se efectuó en el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) a los 45 minutos y 24 horas *post mortem* empleando un potenciómetro portátil

con electrodo de penetración (potenciómetro para carne y productos cárnicos HI 99163, Hanna Instruments, Woonsocket RO, USA siguiendo la metodología descrita por Honikel (1998).

6.9 Mediciones morfométricas, cortes primarios de la canal y disección de tejido adiposo y muscular

A 24 horas posteriores a la matanza se procedió a realizar la medición de los parámetros morfométricos: longitud canal, longitud pierna, perímetro pierna, anchura de la pierna, perímetro grupa, anchura de la grupa, perímetro cintura, anchura de la cintura, perímetro tórax y anchura del tórax. También se realizaron los cortes primarios de la canal: espaldilla (abarca de la vértebra occipital al séptimo espacio intercostal), costillar (comprende del séptimo espacio intercostal a la última costilla), lomo (abarca de la última costilla a la primera vertebra del sacro) y las piernas (comprende de la primera vertebra del sacro hasta la última vertebra caudal) (Cañeque y Sañudo, 2005; NMX-FF-105-SCFI-2005, 2022) posteriormente se pesó y registro cada corte primario obtenido. Después se realizó la disección del tejido adiposo y muscular de todos los cortes primarios de la canal, se pesaron y expresaron en porcentaje la cantidad (g) de hueso, tejido adiposo y muscular.

$$\checkmark \quad \% \text{ de hueso, tejido muscular o adiposo} = \frac{\text{peso del hueso, tejido muscular o adiposo}}{\text{peso de la canal}} * 100$$

6.10 Color

La medición del color se llevó a cabo con un colorímetro Minolta CR-400 (Chroma meter CR-400, cabezal de medición CR-400, Tokio, Japón). El colorímetro se calibró con una charola color blanco de acuerdo con las especificaciones del fabricante, además, presentó un área de medición de 8 mm y un ángulo de iluminación difusa de 0° al momento de la medición. La muestra utilizada para medir el color fue el musculo *longissimus thoracis et lumborum* (LTL). Se midieron la luminosidad (L*), saturación (C°), tono (H°), color verde a rojo (a*) y amarillo a azul (b*) en la escala CIELAB. Entre cada muestra se limpió el colorímetro (American

Meat Science Association “AMSA”, 1992); (Comisión Internacional sobre la iluminación “CIE”, 2004).

6.11 Porcentaje de pérdida de agua por cocción

Se utilizó una muestra del musculo *Longissimus thoracis et lumborum* de 3 x 3 cm la cual se colocó en una bolsa de polietileno posteriormente fue sometida a baño María a 75°C durante una hora. Después la muestra se sacó de la bolsa y se dejó reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente al final fue pesada. El porcentaje de pérdida de agua por cocción se determinó con la siguiente formula:

$$\checkmark \quad \% \text{ de pérdida de agua} = \frac{(\text{peso inicial de la muestra} - \text{peso final de la muestra})}{\text{peso inicial de la muestra}} \times 100$$

6.12 Fuerza de corte

Se empleó el método de esfuerzo al corte con un equipo de Warner-Bratzler que fue conectado a una computadora para obtener los resultados en Newtons (N). De la carne cocinada resultante de la prueba de pérdida de agua por cocción se tomaron las muestras 1 x 1 x 2 cm a lo largo de las fibras musculares, se colocaron en el equipo Warner-Bratzler de modo que, al realizar el corte, la cuchilla quedara perpendicular a las fibras musculares, se registró la lectura más alta indicada en la computadora. El resultado de cada muestra se obtuvo al promediar los datos de tres mediciones (AMSA, 1995).

6.13 Análisis químico proximal.

Para el análisis químico proximal se tomaron muestras del musculo *Longissimus thoracis et lumborum*. Se determinó el porcentaje de materia seca con la metodología 2001.12, extracto etéreo con el método 920.12, proteína bruta con el método 958.06 y cenizas con el método 935.12 (AOAC, 2007).

6.14 Perfil de ácidos grasos

Se usó un cromatógrafo Perkin Elmer, modelo Clarus con una columna capilar de 100 m x 0.25 x 0.2 µm (SUPELCO TM-2560) para evaluar la composición de los

ácidos grasos; se utilizó nitrógeno como gas transportador a una temperatura inicial de 140°C, incrementado 4°C cada minuto hasta alcanzar los 240°C. El detector e inyector tenían una temperatura de 260°C. Las muestras consistieron en 500 mg de carne deshidratada, colocando la muestra en tubos Pyrex, se añadieron 2 mL de hexano y 3 mL de ácido clorhídrico metanólico, se mezclaron durante 1 minuto y se metieron a baño maría (Ryosa B-40) a 70°C por 45 minutos. A continuación, se dejaron enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente y se añadieron 5 mL de K₂CO₃ al 6% y 1 mL de hexano, se mezclaron por 1 minuto y se centrifugaron a 1500 rpm por 5 minutos. Se retiró la capa superior y se vertió dentro de un Tubo Pyrex con 1 g de Na₂SO₄, se mezcló y se centrifugó por 5 minutos a 1500 rpm. El sobrenadante se filtró con papel Whatman (grado 597) y se introdujo dentro de viales Eppendorf, finalmente se almacenó a -40°C hasta su análisis. Los ácidos grasos se identificaron de acuerdo con los picos obtenidos de los estándares de los tiempos de retención de éter metilo (SUPELCO37, FAME MIX analytical SIGMA USA). Con los datos se calcularon los ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA), poliinsaturados (PUFA), los ácidos grasos n-3, los ácidos grasos n-6 y la relación n-6/n-3. Los índices de saturación (S/P), aterogénico (AI) y trombogénico (TI) se calcularon con las fórmulas descritas por Ulbricht y Southgate (1991):

$$\begin{aligned}
 & \checkmark \text{ S/P} = (\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / \Sigma \text{MUFA} + \Sigma \text{PUFA} \\
 & \checkmark \text{ AI} = (\text{C12:0} + 4 \times \text{C14:0} + \text{C16:0}) / [\Sigma \text{MUFA} + \Sigma (\text{n-6}) + \Sigma (\text{n-3})] \\
 & \checkmark \text{ TI} = (\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / [0.5 \times \Sigma \text{MUFA} + 0.5 \times \Sigma (\text{n-6}) + 3 \times \Sigma (\text{n-3}) + \\
 & \qquad \qquad \qquad \Sigma (\text{n-3}) / (\text{n-6})]
 \end{aligned}$$

6.15 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico con arreglo factorial 2 x 2 x 2, con un modelo que evalúa los efectos del Zn-Met, el pigmento de flor de cempasúchil, la edad al sacrificio y sus interacciones en la etapa productiva, en las canales y la carne; el modelo utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + W_j + S_k + (D_i \times W_j) + (D_i \times S_k) + (W_j \times S_k) + (D \times W \times S)_{ijkl} + e_{ijkl},$$

donde Y_{ijkl} corresponden a las variables de estudio; μ para la media de la población; D_i , para el efecto del Zn-Met (0 mg/kg^{-1} - 200 mg/kg^{-1}); W_j , para el efecto del pigmento de flor de cempasúchil (0 mg/kg^{-1} - 80 mg/kg^{-1}); S_k para el efecto de la edad del sacrificio (68-82 días de edad); $(D_i \times W_j)$ para efecto de la interacción de Zn-Met y pigmento de flor de cempasúchil; $(D_i \times S_k)$ para el efecto de la interacción de Zn-Met y la edad al sacrificio; $(W_j \times S_k)$ para el efecto de la interacción del pigmento de flor de cempasúchil y la edad al sacrificio; $(D \times W \times S)_{ijkl}$ para el efecto de la interacción de Zn-Met, el pigmento de la flor de cempasúchil y la edad al sacrificio y e_{ijkl} para el error aleatorio.

Cada individuo se consideró como una unidad experimental de todas las variables de respuesta. Los resultados de cada variable se presentan con la media y el error estándar medio (EEM) agrupados para cada tratamiento; las diferencias entre las medias se consideraron estadísticamente significativas cuando ($P < 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS (SAS, 2004).

VII. RESULTADOS Y DISUSIÓN

7.1 Desempeño productivo

El peso de los conejos al iniciar el experimento, el desempeño productivo, el peso y rendimiento de la canal se muestran en el cuadro 4. No se obtuvieron diferencias ($P < 0.05$) en el peso de los conejos al inicio del periodo experimental. Durante el transcurso de esa etapa los animales estuvieron clínicamente sanos.

Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en todas las variables del desempeño productivo y de las canales por efecto de la edad de matanza ($p < 0.05$). En el caso de las interacciones hubo diferencias ($p < 0.05$) en el consumo diario de alimento y peso de la canal por el efecto de la interacción del zinc metionina y la edad de matanza, mientras que la interacción Zn metionina con flor de Cempasúchil y edad de matanza incrementó ($p < 0.05$) el rendimiento de la canal.

Ferreira y colaboradores (2002) no encontraron diferencias ($P < 0.05$) en el desempeño productivo de conejos al adicionar diferentes fuentes de zinc orgánicas e inorgánicas con una dosificación de 0, 50, 100 y 200 ppm; así mismo Chrastinova *et al.* (2015) no observó efecto ($p < 0.05$) en el peso final, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal al comparar zinc glicina y zinc quelatado en dietas de conejos; sin embargo, Yan *et al.* (2017) evaluaron al sulfato de zinc, zinc metionina, zinc glicina y zinc lactato con una dosificación de 80 mg/kg en conejos, obteniendo diferencias ($p < 0.05$) por efecto de zinc lactato en el peso final, la ganancia diaria de peso y el consumo de alimento, además, de obtener una menor conversión alimenticia que fue asociado a un incremento en el tamaño de las vellosidades intestinales, incrementando la absorción de nutrientes. Estos resultados fueron obtenidos realizando cortes histológicos de intestino delgado.

No se ha reportado el uso de pigmento de flor de Cempasúchil en dietas para conejos sin embargo en pollos de engorda no se han encontrado diferencias en los parámetros productivos relacionados con la inclusión de flor de Cempasúchil debido a que este aditivo no ejerce ningún efecto nutricional (Castañeda *et al.*, 2005;

Rajput *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2004; Pérez-Vedrell *et al.*, 2001), sin embargo Castañeda *et al.* (2005) observaron un mayor peso vivo al momento de la matanza en aves alimentadas con dietas adicionadas con pigmento natural a base de flor Cempasúchil, comparado con pigmento sintético, esto fue relacionado con su contenido de antioxidantes.

El arándano es una fuente de β -carotenos y ácidos grasos polinsaturados, se utilizó en la alimentación de conejos a partir de desechos industriales. Los conejos alimentados con dietas que contenían 150 mg/kg de pulpa de arándano presentaron menor consumo de alimento y conversión alimenticia respecto al grupo testigo y los grupos que fueron alimentos con dietas que contenían 50 y 100 mg/kg de pulpa de arándano, además, modificó el perfil de ácidos grasos en la carne de conejo (Dabou *et al.*, 2017). Por otro lado, Puspani *et al.* (2020) evaluaron la adición de hojas de zanahorias en dietas para conejos observando que la adición en 10, 20 y 30% incremento el peso al final de la engorda, la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento, el peso a la matanza, el peso de la canal y el rendimiento de la canal, además, disminuyó la conversión alimenticia, por consiguiente, mejoraron el desempeño productivo lo cual fue asociado a la presencia de carotenos, carotenoides y flavonoides en las hojas de zanahorias, también mencionan que los flavonoides y carotenos mejoran la salud y desarrollo de la vellosidades del intestino.

Trocino *et al.* (2015) obtuvieron mayor peso en la matanza, menor consumo de alimento, mejor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia comparada con los resultados obtenidos en esta investigación a pesar de tener casi la misma edad de matanza (83 y 82 días), sin embargo, la edad al inicio del experimento fue menor en la investigación realizada por Trocino *et al.* (2015). En la misma investigación Trocino *et al.* (2015) reportan una disminución de la ganancia diaria de peso a partir de los 55 días de edad hasta el sacrificio, mientras que en esa misma etapa el consumo diario de alimento y peso de matanza aumentaron y afectaron la conversión alimenticia. Por otro lado, Gasperlin *et al.* (2006) evaluó el desempeño productivo de dos genotipos, ambos sexos y dos edades de matanza 77 y 90 días,

respectivamente. El peso vivo de matanza de la línea SIKA a los 77 días de edad fue de 2,558 g y a los 90 días 2,919 g, mientras que en una línea comercial híbrida de origen italiano, los pesos fueron 2,566 g y 2,765 g a 77 y 90 días de edad, respectivamente. Dalle Zotte *et al.* (1996) observaron que al incrementar la edad de matanza de 55 a 87 días de edad se incrementó el peso al momento de la matanza. La edad de matanza ocasiona que se modifique el desempeño productivo debido a que los tejidos corporales tienen un ritmo de crecimiento y madurez diferentes lo cual es reflejado a través de coeficientes alométricos como son los de Huxley y Butterfield. Pascual *et al.* (2008) y North *et al.* (2017) indicaron que la proporción del tracto gastrointestinal, hígado, cabeza y patas disminuyó con la edad, además, en los resultados de su investigación observaron un incremento de la proporción de carne y grasa en la canal, así como la disminución del hueso con el aumento de la edad de matanza. Gasperlin *et al.* (2006); Noth *et al.* (2017) y Dalle Zotte *et al.* (1996) reportaron un incremento de la cantidad de grasa en la canal, la grasa subcutánea y grasa intramuscular, al incrementar la edad de sacrificio en conejos de engorda

Cuadro 4. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre los parámetros productivos de conejos en etapa de crecimiento-finalización.

	Zn-Met ¹		FC ²		EM ³		EEM ⁹	Valor de P ⁴						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn-Met ¹	FC ²	EM ³	Zn-Met*FC ⁵	Zn-Met*EM ⁶	FC*EM ⁷	Zn-Met*FC*EM ⁸
PI ^a , g	1123.33	1128.70	1125.39	1126.67	1122.84	1129.01	0.124	0.669	0.905	0.617	0.789	0.897	0.721	0.644
PF ^b , g	2380.33	2383.94	2368.53	2394.68	2153.73	2502.97	48.710	0.818	0.644	0.001*	0.607	0.082	0.626	0.383
CDA ^c , g	140.88	141.56	142.54	140.02	132.51	149.23	8.398	0.803	0.209	0.001*	0.299	0.034*	0.960	0.715
GDP ^d , g	35.88	35.68	35.65	35.90	36.81	34.83	2.704	0.699	0.509	0.001*	0.604	0.044*	0.366	0.238
CA ^f	3.97	3.99	4.04	3.94	3.63	4.31	15.081	0.699	0.063	0.001*	0.566	0.736	0.458	0.461
EA ^g	0.26	0.26	0.25	0.26	0.28	0.23	16.730	0.634	0.072	0.001*	0.457	0.958	0.253	0.316
PC ^h , g	1223.95	1228.79	1220.15	1232.18	1077.40	1364.55	53.09	0.596	0.827	0.001*	0.709	0.036*	0.831	0.085
RC ⁱ , %	51.27	51.31	51.33	52.25	49.88	52.60	15.37	0.746	0.490	0.001*	0.608	0.207	0.054	0.026*

¹Zn-Met, zinc metionina; ²FC, flor de cempasúchil; ³EM, Edad de matanza; ⁵Zn-Met*FC, efecto de la interacción de zinc metionina y flor de cempasúchil; ⁶Zn-Met*EM, efecto de interacción de zinc metionina y la edad de matanza; ⁷FC*EM, interacción de la flor de cempasúchil y la edad de matanza; ⁸Zn-Met*FC*EM efecto de la interacción de zinc metionina, flor de cempasúchil y la edad de matanza.

⁴Valor de P, para el efecto de los tratamientos y sus interacciones.

⁹EEM, Error estándar de la media.

^aPI, Peso al inicio de la engorda; ^bPF, Peso al final de la engorda; ^cCDA, Consumo diario de alimento; ^dGDP, Ganancia diaria de peso; ^fCA, Conversión alimenticia;

^gEA, Eficiencia alimenticia; ^hPC, Peso de la canal; ⁱRC, Rendimiento de la canal.

*Indica diferencias significativas P<0.05

7.2 Características de la canal

En el cuadro 5 se muestran los resultados de las variables que describen las características de la canal. Las mediciones morfométricas realizadas en las canales fueron afectadas por la edad de matanza ($p < 0.05$). La interacción de Zn-Met con FC presentó diferencias ($p < 0.05$) en la variable del perímetro del tórax, en tanto que la interacción de Zn-Met con EM afectó ($p < 0.05$) el ancho de la grupa. La interacción Zn-Met*FC*EM afectó el ancho de la pierna y el perímetro de la cintura.

La zoometría es una herramienta utilizada en la producción e investigación de especies pecuarias con la finalidad de caracterizar y describir el crecimiento y desarrollo corporal, además, las medidas morfométricas permiten predecir el peso corporal (Ordoñez, 2018; Canaza-Cayo *et al.*, 2017). La predicción del peso corporal utilizando la zoometría es un método rápido y de bajo costo (Canaza-Cayo *et al.*, 2017), sin embargo, Gayoche (2005) menciona que el uso de la zoometría como predictor de la cantidad y calidad de la carne no ha sido estudiada a profundidad, por consiguiente, su utilización para esa finalidad no está clara. Las regiones pélvica torácica y abdominal son los principales depósitos de tejido adiposo (Cinti, 2007).

En esta investigación las interacciones y la edad al sacrificio afectaron ($p < 0.05$) las medidas morfométricas de los principales depósitos de tejido adiposo. Los conejos de mayor edad al sacrificio obtuvieron un peso superior al momento de la matanza también incrementó el tamaño de las medidas morfométricas realizadas en la canal.

Cuadro 5. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre las medidas morfométricas (cm) de las canales de conejos en etapa de crecimiento-finalización.

	Zn-Met ¹		FC ²		EM ³		EEM ⁹	Valor de P ⁴						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn- Met ¹	FC ²	EM ³	Zn- Met*FC ⁵	Zn- Met*EM ⁶	FC*EM ⁷	Zn- Met*FC*EM ⁸
LC ^a	30.97	30.98	30.93	31.02	29.88	31.99	11.01	0.887	0.936	<0.001	0.197	0.529	0.420	0.561
LP ^b	17.71	17.77	17.8	17.68	17.16	18.28	13.24	0.622	0.192	<0.001	0.538	0.936	0.787	0.657
PP ^c	17.96	17.79	17.88	17.87	17.23	18.48	18.27	0.148	0.630	<0.001	0.847	0.907	0.091	0.068
AP ^d	6.70	6.69	6.69	6.71	6.44	6.94	9.84	0.923	0.970	<0.001	0.406	0.733	0.197	0.037*
PG ^f	25.18	25.09	25.03	25.23	24.31	25.90	14.67	0.767	0.353	<0.001	0.290	0.304	0.550	0.102
AG ^g	7.45	7.51	7.47	7.50	7.33	7.64	33.83	0.310	0.689	<0.001	0.979	0.001*	0.075	0.701
PC ^h	18.95	18.88	18.80	19.01	18.32	19.47	9.26	0.713	0.256	<0.001	0.350	0.121	0.571	0.022*
AC ⁱ	6.08	6.11	6.08	6.11	5.94	6.34	3.13	0.623	0.743	<0.001	0.653	0.249	0.523	0.603
PT ^j	23.72	23.84	23.79	23.77	22.95	24.55	20.43	0.274	0.605	<0.001	0.016*	0.299	0.717	0.068
AT ^k	5.60	5.64	5.60	5.65	5.49	5.75	2.18	0.594	0.530	<0.001	0.641	0.503	0.381	0.479

¹Zn-Met, zinc metionina; ²FC, flor de cempasúchil; ³EM, Edad de matanza; ⁵Zn-Met*FC, efecto de la interacción de zinc metionina y flor de cempasúchil; ⁶Zn-Met*EM, efecto de interacción de zinc metionina y la edad de matanza; ⁷FC*EM, interacción de la flor de cempasúchil y la edad de matanza; ⁸Zn-Met*FC*EM, efecto de la interacción de zinc metionina, flor de cempasúchil y la edad de matanza.

⁴Valor de p, para el efecto de los tratamientos y sus interacciones.

⁹EEM, Error estándar de la media.

^aLC, Longitud de la canal; ^bLP, Longitud de la pierna; ^cPP, Perímetro de la pierna; ^dAP, Ancho de la pierna; ^fPG, Perímetro de la grupa; ^gAG, Anchura de la grupa;

^hPC, Perímetro de la cintura; ⁱAC, Ancho de la cintura; ^jPT, Perímetro torácico; ^kAT, anchura del tórax.

*Indica diferencias significativas P<0.05

Los valores del peso de los cortes primarios de las canales se muestran en el cuadro 6. El peso del costillar fue mayor por efecto de la adición de pigmento de flor de cempasúchil (p<0.05). La edad de matanza afectó significativamente (p<0.05) a todos los cortes primarios evaluados. La interacción de Zn-Met con FC afectó el peso de los brazuelos y lomo. El peso del costillar y el peso de las piernas presentaron diferencias (p<0.05) por el efecto de la interacción Zn-Met*FC*EM.

Cuadro 6. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el peso (g) de los cortes primarios obtenidos de las canales de conejos en etapa de crecimiento-finalización.

Variable	Zn-Met ¹		FC ²		EM ³		EEM ⁹	Valor de P ⁴						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn-Met ¹	FC ²	EM ³	Zn-Met*FC ⁵	Zn-Met*EM ⁶	FC*EM ⁷	Zn-Met*FC*EM ⁸
PB ^a	336.41	342.63	336.86	342.05	303.23	373.23	32.42	0.140	0.452	0.001*	0.317	0.029*	0.744	0.237
PC ^b	127.93	128.03	124.46	131.23	115.59	139.46	11.73	0.803	0.029*	0.001*	0.943	0.936	0.513	0.093
PL ^c	280.21	283.17	281.80	281.61	233.68	326.23	47.31	0.485	0.582	0.001*	0.497	0.031*	0.876	0.353
PP ^d	463.02	463.01	458.30	467.40	417.46	505.27	35.75	0.859	0.259	0.001*	0.765	0.362	0.305	0.077

¹Zn-Met, zinc metionina; ²FC, flor de cempasúchil; ³EM, Edad de matanza; ⁵Zn-Met*FC, efecto de la interacción de zinc metionina y flor de cempasúchil; ⁶Zn-Met*EM, efecto de interacción de zinc metionina y la edad de matanza; ⁷FC*EM, interacción de la flor de cempasúchil y la edad de matanza; ⁸Zn-Met*FC*EM efecto de la interacción de zinc metionina, flor de cempasúchil y la edad de matanza.

⁴Valor de p, para el efecto de los tratamientos y sus interacciones.

⁹EEM, Error estándar de la media.

^aPB, Peso brazuelos; ^bPC, Peso del costillar; ^cPL, Peso del lomo; ^dPP, Peso de las piernas.

*Indica diferencias significativas P<0.05

Pascual *et al.* (2008) reportaron que los brazuelos presentan un crecimiento más temprano comparado con el pecho y las costillas, mientras que las piernas se desarrollan más temprano que la pared abdominal y el lomo; además, reportaron que la cabeza tiene un crecimiento más temprano comparado con las costillas, pecho y lomo; lo anterior asociado a dos etapas del crecimiento, en la primera indica que las extremidades se desarrollan de la parte distal a la proximal; la segunda etapa se inicia en la cabeza a la región lumbar. En conejos evaluaron en la raza California y en una línea híbrida los brazuelos, las patas y el costillar como porcentaje del peso a sacrificio a las 9, 11, 13, 15 y 17 semanas, obteniendo un incremento de los diferentes cortes primarios conforme se incrementó la edad de sacrificio; también evaluaron el proporción de los huesos de cada uno de los cortes primarios (%), a partir de lo anterior observaron que el valor más alto fue entre las semana 13 o 15 (dependiendo del corte), mientras que en las semana 17 disminuye el valor porcentual de los huesos, por consiguiente, concluyen que el desarrollo de los huesos es temprano comparado con el tejido muscular y adiposo (North *et al.*, 2017). Trocino *et al.* (2015) obtuvieron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) debido al incremento del porcentaje de la grasa disectible en canales de conejos, así como en la relación de tejido muscular y óseo obtenido de las piernas, lo anterior por efecto de la edad de matanza, además, no observaron diferencias en el porcentaje que representaron las piernas respecto del total del peso de las canales, pero reportaron una disminución del crecimiento de los conejos cuando retrasaron por una semana la matanza, debido a la disminución de la tasa de crecimiento del tejido muscular.

Los valores de pH, índices de color, pérdida de agua por cocción y fuerza de corte en el musculo LTL son mostrados en el cuadro 7. Por efecto de las interacciones con 200 mg/kg de Zn-Met y 80 mg/kg de FC el valor de pH a 45 min y 24 h presentó diferencias ($P < 0.05$). En el color de la carne, los valores de L^* fueron afectados por la interacción ($P < 0.05$) Zn-Met con EM y FC con EM. Valores superiores de estos parámetros se observaron con la inclusión de 80 mg/kg de FC y los conejos que se mataron a los 68 días de edad ($P < 0.05$). Con respecto a los colores b^* y C^* hubo

efecto de las interacciones ($P < 0.05$) FC con EM, con 68 días la edad de matanza el parámetro más alto ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre la calidad de la carne del *músculo longissimus thoracis et lumborum* en conejos en la etapa de crecimiento-finalización.

Variable	Zn-Met		FC		EM		EEM ^a	Valor de P ^b						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn-Met	FC	EM	Zn-Met*FC	Zn-Met*EM	FC*EM	Zn-Met*FC*EM
pH 45 min	6.54	6.54	6.55	6.53	6.53	6.54	0.027	0.903	0.420	0.838	0.002*	0.298	0.828	0.028*
pH 24 h	5.42	5.41	5.41	5.41	5.41	5.41	0.040	0.815	0.734	0.896	0.001*	0.342	0.790	0.100
L*	58.19	58.24	57.92	58.49	58.74	57.74	0.309	0.838	0.031*	0.001*	0.720	0.037*	0.002*	0.292
a*	3.79	3.85	3.79	3.85	3.88	3.77	0.143	0.737	0.577	0.489	0.186	0.895	0.117	0.379
b*	2.85	2.60	2.69	2.74	3.00	2.45	0.120	0.034*	0.478	0.001*	0.562	0.375	0.025*	0.721
C*	4.86	4.77	4.77	4.86	5.11	4.54	0.140	0.288	0.541	0.001*	0.104	0.555	0.002*	0.178
H*	35.56	35.52	34.53	36.52	37.88	33.31	1.380	0.949	0.101	0.001*	0.656	0.722	0.105	0.193
PAC ^c , (%)	32.31	32.30	32.13	32.46	32.93	31.75	0.370	0.864	0.273	0.001*	0.284	0.870	0.090	0.786
FC ^d , (N)	2.40	2.41	2.43	2.39	2.05	2.75	0.228	0.828	0.478	0.001*	0.838	0.384	0.882	0.173

^a Error estándar de la media.

^b Valor de P a partir del efecto de la adición de Zn-Met, flor de cempasúchil, dos edades de sacrificio y sus interacciones (Zn-Met*FC, Zn-Met*EM, FC*EM y Zn-Met*FC*EM)

^c Pérdida de agua por cocción.

^d Fuerza de corte.

*Indica diferencias significativas P<0.05

Diferencias en los valores de L^* , a^* y b^* por efecto de la edad a la matanza han sido asociadas a una disminución en el metabolismo de oxidación durante el crecimiento y menor cantidad de mioglobina (Hernandez *et al.*, 2004), también durante el inicio del *rigor mortis*, el uso de glucógeno en las células musculares disminuye causando valores más bajos de pH, incrementado la luminosidad de la carne (Ouhayoun y Dalle-Zotte, 1993). Carrilho *et al.* (2009) observaron que la ganancia de peso (2 kg a 2.3 kg) a la misma edad de sacrificio afecta el color disminuyendo el valor b^* , sin embargo, este efecto se pierde a los 15 minutos debido a la homogeneización del color en la carne fresca, independientemente de la dieta y el peso a la matanza. La exposición al oxígeno afecta los valores de L^* , a^* , b^* y C^* en la carne y está asociado con mayor tiempo de exposición de la carne al ambiente y temperatura, las modificaciones de color son ocasionadas por efecto del consumo de oxígeno en la mitocondria (Young *et al.*, 1999). El Chroma (C^*) y el Hue Angle (H°) indican las variaciones a^* y b^* , ya que se calculan a partir de estos componentes cromáticos.

En el presente estudio, se observó que los valores de L^* , C^* y H° fueron menores en los conejos sacrificados a los 82 días. Koziol *et al.* (2015) mencionan que hay una correlación entre L^* , C^* y H° , donde las tres variables incrementan o disminuyen su valor en forma coordinada. Trocino *et al.* (2015) no observaron diferencias para las variables de pH y color asociado a aumento de la edad al comparar 2 edades al sacrificio (76 y 83 días) en conejos de la línea Hyplus, mientras que Dalle-Zotte *et al.* (1996) encontraron en la carne de conejos con edades de matanza de 55, 80 y 87 días diferencias en el valor del pH a las 24 horas, pero no en la luminosidad.

En patos de Pekin alimentados con dietas adicionadas con diferentes concentraciones de sulfato de zinc se observó que al incrementar la cantidad del mineral disminuyó la luminosidad de la carne (Wen *et al.*, 2019). Por otro lado, en borregos alimentados con dietas que contenían óxido de zinc (80 mg/kg), zinc metionina (80 mg/kg), y una mezcla de óxido de zinc con zinc metionina (40 mg/kg de cada fuente de zinc para obtener un total de 80 mg/kg) se observó que la carne con mayor luminosidad se obtuvo de los animales alimentados con zinc metionina (Rodríguez-Maya *et al.*, 2019). Por otro lado, en pollos de engorda alimentados con

dietas adicionadas con zinc se han reportado resultados contradictorios en la luminosidad de la carne (Qudsieh *et al.*, 2018; Norouzi *et al.*, 2014), mientras que en bovinos de engorda alimentados con dietas adicionadas con 80 mg/kg zinc metionina fue menor el valor de b^* comparado con los animales alimentados con dietas que no contenían dicho aditivo (Rodríguez-Gaxiola *et al.*, 2015); además, en conejos alimentados con dietas adicionadas con tres fuentes diferentes de zinc no se reportaron diferencias estadísticas en el color de la carne (Chrastinová *et al.*, 2015). Los cambios en el color por la adición en las dietas con zinc pueden ser por su función antioxidante a través de la disminución de proceso oxidativo y de los electrones de transporte de cadena, además, por la asociación positiva con el hierro que puede influir en el valor de a^* (Rodríguez-Maya, 2019).

La FC es utilizado en la avicultura como pigmento de la carne de pollos de engorda o huevos producidos por las gallinas de postura ocasionando un color amarillo característico, preferido por los consumidores de distintos países (Hudon, 1994). Peiretti *et al.* (2013) suministraron pulpa de jitomate en dietas para conejos al 3% y 6%, observaron un incremento en los valores de b^* y C^* en la carne de los animales con dietas adicionadas con el 6% de dicho ingrediente, lo cual fue asociado al elevado contenido de carotenos presentes en la pulpa. La mioglobina es la molécula más importante en el color de la carne, cuando se presenta en forma de oximioglobina, que otorga un color rojo brillante característico de la carne fresca, y la metamioglobina que provoca una coloración marrón; la diferencia del color radica en el estado de oxidación del hierro presente en la mioglobina mientras en la oximioglobina se presenta en su forma ferrosa (Fe^{2+}), mientras que la metamioglobina lo hace en la forma férrica (Fe^{3+}) (Suman y Joseph, 2013). La adición de antioxidantes en la dieta puede mejorar la estabilidad del color de la carne durante su conservación y alargar el periodo de vida de anaquel. La capacidad antioxidante de FC puede ser similar al de la vitamina E; Wang *et al.* (2017) evaluaron la capacidad antioxidante del extracto de flor de cempasúchil en pollos de engorda obteniendo mayores valores de las enzimas superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa en las dietas con mayor nivel de inclusión, asimismo, obtuvieron un menor contenido de malondialdehído que se deriva de la oxidación

lipídica. Las enzimas superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa evitan el daño ocasionado por las especies reactivas a oxígeno, radicales libres y además, catalizan la descomposición de peróxido de hidrógeno.

De acuerdo con los resultados de Pla (2008) los conejos de mayor edad, mayor peso al sacrificio y alimentados con una dieta orgánica presentaron valores más elevados en la prueba de fuerza de corte comparados con animales más jóvenes, con menor peso al sacrificio y alimentados con dietas convencionales. Por otro lado, Trocino *et al.* (2015) no reportaron diferencias en la prueba de pérdida por cocción al comparar dos edades al sacrificio 76 y 83 días, sin embargo, en la prueba de fuerza de corte, el mayor puntaje fue obtenido en los conejos con mayor edad, siendo la carne más dura. La disminución de la pérdida de agua por cocción en animales de mayor peso está asociada al aumento del tejido adiposo y a un menor contenido de humedad del músculo (Fortin, 1982). A pesar de presentar diferencias estadísticas los resultados obtenidos en esta investigación son considerados como carne muy blanda en la escala utilizada por Belew *et al.* (2003).

La cantidad (g y %) de hueso, músculo y tejido adiposo disectible en la canal son presentados en el cuadro 8. Se observó efecto en la interacción en el peso de hueso (g) en la canal ($P < 0.05$) de Zn-Met con FC, en donde se encontraron valores más altos ($P < 0.05$) en conejos matados a 82 d de edad (g y %). Con respecto a la cantidad de músculo (g) los conejos sacrificados a los 82 d de edad mostraron valores más altos ($P < 0.05$), y además se observaron diferencias ($P < 0.05$) en la interacción en el porcentaje (%) de músculo respecto a la canal de Zn-Met con EM. En el contenido del tejido adiposo disectible de la canal (g y %) se detectó diferencia estadística ($P < 0.05$) en la interacción de Zn-Met con EM encontrando los valores más altos en los conejos matados a los 82 d ($P < 0.05$).

Los coeficientes alométricos de los huesos, músculos y tejido adiposo son diferentes entre sí. Los músculos y huesos tienen mayor crecimiento durante las primeras semanas de vida después disminuyen; sin embargo, en el tejido adiposo se incrementa conforme aumenta la edad (Deltoro y López, 1985), esto explica las diferencias encontradas en el contenido y porcentaje de tejido adiposo, músculo y

hueso de las canales en el presente estudio. También la acumulación de grasa depende del balance entre la cantidad de grasa consumida en la dieta, y los procesos metabólicos, como la lipogénesis y la lipólisis (Huang *et al.*, 2008). Martínez-Alvaro *et al.* (2017) evaluaron en conejos las enzimas lipogénicas, lipolíticas, glucolíticas y de oxidación a las 9 y 13 semanas de edad en los músculos *longissimus dorsi*, *semimembranosus propius* y la grasa perirrenal observando un incremento en la actividad enzimática en las enzimas glucosa 6 fosfato, málica y la ácido graso sintetasa en los individuos con mayor edad, las cuales favorecen la deposición de grasa. La actividad de las enzimas glucolíticas fue similar en ambas edades mientras que las enzimas las lipolíticas disminuyeron en los conejos con mayor edad. La enzima glucosa 6 fosfato deshidrogenasa es requerida para la síntesis *de novo* de los ácidos grasos y se ha asociado al incremento en el marmoleo de la carne en bovinos (Martínez-Alvaro *et al.*, 2017), la enzima málica está involucrada en el suministro de NADPH para la síntesis reductora de ácidos grasos y la enzima ácido graso sintetasa cataliza el último paso de la lipogénesis, además, determina la capacidad máxima para sintetizar ácidos grasos en el tejido adiposo (Huang *et al.*, 2008).

A pesar de no encontrar diferencias se observó una tendencia ($P < 0.10$) a incrementar el contenido de tejido adiposo en la carne de los conejos alimentados con las dietas adicionadas con Zn-Met. En cerdos alimentados con dietas que contenían de óxido de zinc en diferentes concentraciones se observó que incremento el contenido de grasa intramuscular, el porcentaje de grasa en la carne y la grasa dorsal conforme se aumentó la dosis del mineral, además se aumentó la actividad de las enzimas lipoproteína lipasa, ácido graso sintetasa y acetil CoA carboxilasa las cuales son enzimas lipogénicas, mientras que, las actividad enzimática de la lipasa y carnitina palmitoil transferasa, que son lipolíticas, disminuyeron (Zhang *et al.*, 2014).

Cuadro 8. Efecto de suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el peso (g) y porcentajes (%) de los huesos, músculos y tejido adiposo disectible de las canales de conejos en la etapa crecimiento-finalización.

	Zn-Met		FC		EM		EEM ^a	Valor de P ^b						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn-Met	FC	EM	Zn-Met*FC	Zn-Met*EM	FC*EM	Zn-Met*FC*EM
Hueso, g	162.72	165.69	164.56	163.83	157.47	171.19	3.399	0.327	0.802	0.001*	0.278	0.269	0.997	0.032*
Músculos, g	885.47	895.67	879.75	901.13	789.45	994.28	21.433	0.429	0.172	0.001*	0.337	0.205	0.810	0.126
Tejido adiposo, g	86.54	95.29	86.00	95.72	70.89	111.14	6.020	0.066	0.059	0.001*	0.200	0.001*	0.069	0.467
Hueso, %	14.54	14.56	14.79	14.31	15.60	13.44	0.387	0.996	0.196	0.001*	0.179	0.584	0.761	0.359
Músculos, %	77.97	77.49	77.80	77.67	77.52	77.95	0.451	0.284	0.763	0.334	0.742	0.021*	0.205	0.341
Tejido adiposo, %	7.49	7.95	7.41	8.02	6.88	8.61	0.396	0.149	0.085	0.001*	0.322	0.001*	0.062	0.773

^a Error estándar de la media

^b Valor de P por efecto de la adición de Zn-Met, flor de cempasúchil, dos edades al sacrificio y sus interacciones (Zn-Met*FC, Zn-Met*EM, FC*EM y Zn-Met*FC*EM)

*Indica diferencias significativas P<0.05

7.3 Análisis químico proximal

La composición química nutricional y composición de ácidos grasos en el musculo LTL se muestran en el cuadro 9. Se observó efecto en la interacción en el contenido de (g/100g) de proteína cruda (P<0.05) de Zn-Met con FC y EM; con respecto al contenido de humedad y extracto etéreo (g/100g) se encontró diferencia (P<0.05) lo cual estuvo influenciado por la edad de los conejos a la matanza.

Cuadro 9. Efecto del suministro de Zn metionina, pigmento de flor de cempasúchil y edad al momento de la matanza sobre el perfil de ácidos grasos (% de ácidos grasos totales) y composición química (g/100g) del músculo *longissimus thoracis et lumborum* de conejos en la etapa de crecimiento-finalización.

Variable	Zn-Met		FC		EM		EEM ^a	Valores de P ^b						
	0 mg/kg	200 mg/kg	0 mg/kg	80 mg/kg	68 días	82 días		Zn-Met	FC	EM	Zn-Met*FC	ZnMet*EM	FC*EM	ZnMet*FC*EM
Composición química														
Humedad	74.26	74.07	74.14	74.19	74.80	73.53	0.227	0.293	0.758	0.001*	0.303	0.812	0.186	0.936
Proteína	19.28	19.48	19.29	19.47	18.65	20.11	0.337	0.419	0.475	0.001*	0.754	0.612	0.431	0.049*
Grasa	3.84	3.96	3.92	3.88	3.58	4.23	0.231	0.629	0.915	0.005*	0.811	0.521	0.947	0.742
Cenizas	1.27	1.32	1.29	1.29	1.28	1.30	0.034	0.152	0.884	0.620	0.072	0.885	0.713	0.243
Perfil de ácidos grasos														
C12:0	0.20	0.18	0.20	0.18	0.25	0.12	0.039	0.729	0.514	0.001*	0.745	0.864	0.824	0.980
C14:0	2.42	2.37	2.42	2.37	2.38	2.41	0.072	0.434	0.522	0.658	0.349	0.335	0.797	0.025*
C15:0	0.36	0.36	0.38	0.35	0.34	0.38	0.017	0.622	0.032*	0.018*	0.017*	0.081	0.010*	0.367
C16:0	27.66	27.76	28.08	27.34	28.19	27.23	0.433	0.812	0.077	0.023*	0.280	0.689	0.101	0.335
C16:1	4.44	4.81	4.70	4.56	4.08	5.17	0.355	0.259	0.673	0.002*	0.830	0.823	0.569	0.808
C17:0	0.58	0.64	0.60	0.62	0.57	0.66	0.440	0.150	0.594	0.040*	0.060	0.080	0.877	0.896
C18:0	7.40	7.24	7.18	7.46	7.27	7.36	0.177	0.288	0.063	0.539	0.043*	0.852	0.001*	0.093
C18:1n9C	31.67	31.11	31.20	31.59	30.84	31.95	0.429	0.125	0.281	0.004*	0.768	0.004*	0.562	0.479
C18:2n6C	19.95	19.84	19.80	19.99	20.41	19.38	0.639	0.866	0.775	0.116	0.882	0.298	0.838	0.974
C18:3n3	1.11	1.06	1.11	1.06	1.14	1.03	0.059	0.448	0.387	0.066	0.171	0.052	0.936	0.274
C20:4n6	2.67	2.62	2.67	2.63	2.72	2.58	0.177	0.761	0.824	0.472	0.945	0.227	0.856	0.740
Otros	1.84	2.04	1.87	2.00	1.85	2.02	0.203	0.352	0.556	0.428	0.998	0.415	0.923	0.991
SFA ^c	38.45	38.55	38.83	38.16	39.01	37.99	0.469	0.830	0.153	0.034	0.901	0.656	0.574	0.719
MUFA ^d	36.12	35.92	35.89	36.15	34.92	37.12	0.616	0.692	0.600	0.001*	0.940	0.018*	0.960	0.491
PUFA ^e	23.60	23.47	23.39	23.68	24.21	22.86	0.716	0.860	0.682	0.063	0.902	0.253	0.723	0.806
PUFA-n3 ^f	1.11	1.06	1.11	1.06	1.14	1.03	0.059	0.448	0.387	0.066	0.171	0.052	0.936	0.274
PUFA n-6 ^g	22.63	22.69	22.58	22.74	23.28	22.03	0.751	0.935	0.830	0.106	0.748	0.264	0.643	0.968
n6/n3 ^h	21.01	21.95	20.89	22.02	20.90	22.01	1.537	0.576	0.476	0.479	0.251	0.188	0.677	0.519
S/P ⁱ	0.63	0.63	0.64	0.62	0.64	0.62	0.012	0.767	0.188	0.036*	0.949	0.599	0.591	0.658
ÍA ^j	0.62	0.63	0.64	0.61	0.64	0.61	0.018	0.623	0.127	0.061	0.865	0.911	0.183	0.487
ÍT ^k	1.14	1.16	1.16	1.14	1.17	1.13	0.021	0.533	0.213	0.055	0.510	0.828	0.759	0.921

^a Error estándar medio por grupo

^b Valor de P por efecto del Zn-Met, marigold, dos edades al sacrificio y sus interacciones (Zn-Met*FC, Zn-Met*EM, FC*EM and Zn-Met*FC*EM)

^c SFA: ácidos grasos saturados

^d MUFA: ácidos grasos monoinsaturados

^e PUFA: ácidos grasos poliinsaturados

^f PUFA n-3: ácidos grasos poliinsaturados n-3

^g PUFA n-6: ácidos grasos poliinsaturados n-6

^h n6/n3: relación de ácidos grasos poliinsaturados n6/n3

ⁱ S/P: relación de ácidos grasos saturados y ácidos grasos monoinsaturados

^j IA: índice aterogénico

^k IT: índice trombogénico

*Indica diferencias significativas P<0.05

En lo referente al análisis químico proximal, se observó que la humedad del musculo LTL disminuyó en los animales sacrificados a los 82 días, por lo tanto, aumentó su proporción de proteína y extracto etéreo comparado con los animales sacrificados a los 68 días. North *et al.* (2017) evaluaron la composición química de la raza California y una línea híbrida (Nueva Zelanda x California) a las 9, 11, 13, 15 y 17 semanas de edad determinando una disminución del contenido de humedad conforme aumentaron la edad, además, observaron el mayor contenido de proteína a las 9 y 11 semanas y posteriormente disminuyó; también el contenido de grasa incrementó con la edad al sacrificio independientemente de la raza o línea. Pla *et al.*, (1998) compararon 3 líneas genéticas (dos líneas seleccionadas por el tamaño de la camada al destete y una por la ganancia diaria de peso) sacrificadas a diferentes pesos: bajo, medio y alto, obteniendo menor contenido de humedad y mayor cantidad de los lípidos en el grupo de mayor peso al sacrificio. Dalle-Zotte (2002) menciona que el incremento de la carne y su contenido de grasa está en detrimento del contenido de agua lo cual cambia el olor o el sabor de la carne.

7.4 Perfil de ácidos grasos

El contenido de los ácidos grasos no fue afectado ($P < 0.05$) por las interacciones en C12:0, C14:0, C16:0, C16:1 and C17:0. Por otro lado, se encontró que la triple interacción afectó ($P < 0.05$) a C14:0. Con respecto a C15:00 se observaron diferencias en la interacción ($P < 0.05$) de Zn-Met con FC y de FC con EM, siendo los conejos matados a los 82 d de edad los que mostraron los valores más altos ($P < 0.05$). El ácido esteárico (C18:0) es afectado por la interacción ($P < 0.05$) de Zn-Met con EM y de FC con EM; sin embargo, el ácido oleico (C18:1n9C) es afectado por la interacción ($P < 0.05$) de Zn-Met con EM; siendo la carne de los conejos matados a los 82 d de edad con los valores más altos ($P < 0.05$). La EM incremento el contenido de ácidos grasos saturados (SFA), mientras que en el contenido de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) presentó diferencias estadísticas en la interacción de Zn-Met con EM ($P < 0.05$), los conejos matados a los 82 d de edad los

que presentamos los valores más altos. A la vez hubo efecto la relación entre ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados influenciado por la EM ($P < 0.05$).

Gasperlin *et al.* (2006) evaluaron los ácidos grasos en una muestra homogénea de los músculos *Longissimus thoracis et lumborum*, de la pared abdominal y de la pierna en dos genotipos y dos edades al sacrificio (77 y 90 días) observando diferencias estadísticas en el ácido palmitoleico (C16:1) en los animales de mayor edad, además obtuvieron una menor relación n6/n3. En el presente estudio se encontró un aumento en los MUFA y disminución en los SFA lo cual mejoro el índice de saturación. El perfil de ácidos grasos varía entre las diferentes especies, los individuos, la edad al sacrificio y los diferentes tejidos del organismo (Wood *et al.*, 2008). Dalle- Zotte (2002) menciona que la cantidad de ácidos grasos insaturados en la carne de conejo representa de 54 a 60% del total de ácidos grasos, de los cuales los PUFA representan el 23%, en esta investigación los ácidos grasos insaturados y PUFA son similares a los antes descritos en ambas edades al sacrificio. Zomeño *et al.* (2013) seleccionaron dos líneas divergentes, una fue seleccionada para producir un alto contenido de grasa intramuscular y la otra línea con bajo contenido de grasa intramuscular al realizar correlaciones entre distintas variables de la canal y la carne encontraron mayores valores en los MUFA y SFA en los conejos de alto contenido de grasa intramuscular, por otro lado, el porcentaje de PUFA, n-3 y n-6 fueron mayores en la línea de bajo contenido de grasa intramuscular. Las principales enzimas involucradas en la formación de ácidos grasos insaturados son la Δ -5, Δ -6 y Δ -9 desaturasas, respectivamente; Benatmane *et al.* (2011) evaluaron en conejos de engorda el efecto de la linaza en dietas obteniendo una disminución en la proporción de MUFA y una disminución en la actividad de la enzima Δ -9 desaturasa en los animales alimentados con dicho ingrediente, concluyendo que los cambios en MUFA pudieron ser ocasionados por una menor actividad de la enzima. Las enzimas Δ -5 y Δ -6 desaturasas pueden ser afectadas por el nivel de los ácidos grasos alfa linolenico, ácido linoleico, el estado metabólico y el genotipo, estas enzimas son importantes porque son el principal mecanismo de elongación y desaturación de los ácidos grasos precursores de los n-3 (Dal Bosco *et al.*, 2014).

El índice de saturación (S/P) indica el valor dietético de la carne teniendo en cuenta que los ácidos grasos saturados incrementan el riesgo de padecer problemas cardiovasculares mientras que los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados disminuyen el riesgo (Dalle Zotte *et al.*, 1996 y Szendrő, 2011). En la presente investigación el índice S/P en los conejos con una etapa de crecimiento-finalización de 82 días de edad fue de 0.62 mientras que en los de 68 días fue de 0.64, lo cual permitió que estuvieran más cerca del nivel óptimo recomendado que es de 0.45 (Department of Health and Social Security UK, 1994).

Se observó que en las interacciones Zn-Met con FC y FC con EC hubo un incremento en el porcentaje de ácido esteárico, Emken (1994) reportó que se absorbe un 92% a partir de la dieta, pero también puede ser producido de forma endógena a partir de otros ácidos grasos, ya que forma parte de los ácidos grasos no esenciales (Lin *et al.*, 1993). Por otro lado, por la acción de la enzima esteroil CoA desaturasa, el ácido estérico (C18:0) es desaturado en ácido oleico (C18:1n9C) (Wood *et al.*, 2008), así mismo el ácido oleico puede saturarse para formar ácido esteárico (Lin *et al.*, 1993).

VIII. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación no fue afectado el desempeño productivo por la interacción de zinc metionina, pigmento de flor de Cempasúchil y la edad de matanza
- El rendimiento de la canal, el perímetro de la cintura, la anchura de la pierna, el peso de los huesos y el pH a evaluado a los 45 minutos posteriores a la matanza fueron mayores en los conejos con 82 días de edad de matanza cuyas dietas contenían ambos aditivos mientras que el peso de los cortes primarios no presentó diferencias
- La inclusión de zinc metionina, pigmento de flor de cempasúchil y la edad de matanza incrementaron la proteína del musculo *Longissimus thoracis et lumborum*
- El ácido graso mirístico disminuyó en los conejos con la mayor edad de matanza alimentados con dietas que contenían pigmento de flor de Cempasúchil y zinc metionina, por otro lado, los índices de calidad nutricional estimados no fueron afectados.

IX. LITERATURA CITADA

- American Meat Science Association AMSA. (1992). Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board.
- American Meat Science Association AMSA. (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Association National Live Stock and Meat Board and Disease, ed. G. Fantuzzi, T. Mazzone, Humana Press Inc. Totowa.
- AOAC. (2006). Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analyses. 18th ed. Gaithersburg MD, USA.
- Baltaci, K. A., Yuce, K., Mogulko, R. (2017). Zinc metabolism and metallothioneins. *Biological Trace Element Research*, 183(1): 22-31.
- Baltaci, K. A., Yuce, K. (2018). Zinc transporter proteins. *Neurochemical Research*, 43(3): 517-530.
- Bédécarrats, G. Y., and Leeson, S. (2006). Dietary Lutein Influences Immune Response in Laying Hens. *Poultry Science*, 15(2):183-189.
- Benatmane, F. Kouba, M., Youyou, A., y Mouroto, J. (2011). Effect of a linseed diet on lipogenesis, fatty acid composition and stearyl-CoA-desaturase in rabbits. *Animal*, 5(12), 1993-2000.
- Blanch, A. (1999) Getting the color of yolk and skin right. *World's Poultry Science Journal*. 15(9):32-33.
- Bleso, C. N., Andersen, C. J., Bolling, B. W., Fernandez, M. L. (2013). Egg intake improves carotenoid status by increasing plasma HDL cholesterol in adults with metabolic syndrome. *Food and Function*, 4 (2): 213-221.

- Brambila, S., Pino, J. A, Mendoza, C. (1972). Studies with a natural source of xantophylls for the pigmentation of egg yolks and skin of poultry. *The Agricultural Journal*, 153: 294-300.
- Breithaupt, D. E. (2007). Modern application of xanthopylls in animal feeding. *Trends in Food Science & Technology*, 18(10):501-506.
- Canaza-Cayo, A. W., Beltrán Barriga, P. A., Gallegos Rojas, E., Mayta Quispe, J. (2017). Zoometría y estimación de ecuaciones de predicción de peso vivo en ovejas de la raza Corriedale. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(3), 313-318.
- Cañeque, V. Sañudo, C. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa en los rumiantes). Madrid, España: 637.51
- Castañeda, M. P., Hirschler, E. M., Sams, A. R. (2005). Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and syntetic pigments. *Poultry Science*, 84(1):143-147.
- Cinti, S. (2007). The adipose organ. In: *Adipose Tissue and Adipokines in Health*
- Clevidence B, A., Bieri, J. G. (1993). Association of carotenoids with human plasma lipoproteins, *Methods Enzymology*, 214: 33-46.
- Comisión Internacional sobre la iluminación CIE. 2004. Technical report, colorimetry. Commission Internationale de L'Eclairage.
- Corte-Real, J., Bohn, T. (2018). Interaction of divalent minerals with liposoluble nutrient and phytochemicals during digestion and influences on their bioavailability a review. *Food Chemistry*, 252: 285-293.
- Coverdale, J. P. C., Khazaipoul, S., Arya, S., Stewart. A., Blindauer, C. (2019). Crosstalk between zinc and free fatty acids in plasma. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 4: 532-542.

- Cruz, K. J. C., Morais, J. B. S., de Oliveira, A. R. S., Severo, J. S., Marreiro, D. D. N. (2017). The effect of zinc supplementation on insulin resistance in obese subjects: a systematic review. *Biological trace element research*, 176, 239-243.
- Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J., Bini, R. P, Xiccato, G. (1996). Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. *Meat Science*, 43(1), 15-24.
- Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75, 11- 32.
- Dalle Zotte, A., Szendrő, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 88(3): 311-319.
- Deltoro, J., Lopez, A. M. (1985). Allometric changes during growth in rabbits *The Journal of Agricultural Science*, 105(2),339-346.
- Downs, K. M., Hess, J. B., Macklin, K. S., Norton, R. A. (2000). Dietary zinc complexes and vitamin E for reducing cellulitis incidence in broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 9(3): 319-323.
- During, A. Dawson, H.D., Harrison, E.H. (2005). Carotenoid transport is decreased and expression of the lipid transporters SR-BI, NPC1L1, and ABCA1 is downregulated in Caco-2 cells treated with ezetimibe. *The Journal of Nutrition*, 135(10): 2305-2312.
- El-Hack, A. M. E., Alangawany, M., Amer, S. A., Arif, M., Wahdan, K. M., El-Kholy, M.S. (2017). Effect of dietary supplementation of organic zinc on laying performance, egg quality and some biochemical parameters of laying hens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102 (2): 542-549.
- Emken, E. A. (1994). Metabolism of dietary stearic acid relative to other fatty acids in human subjects. *The American journal of clinical nutrition*, 60(6), 1023S-1028S.
- Esabetyoglu, T., Rimbach, G. (2016). Canthaxanthin from molecule to function. *Molecular Nutrition and Food Research*, 61(6): 1600469.

- Ferreira, W. M., Cavalcante, S. G., Naranjo, A. P., Santiago, G. S. (2002). Bioavailability of different zinc sources for rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 54: 636-642.
- Folch, J. Lees., M Stanley, S. G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226(1):497-509.
- Gasperlin, L., Polak, T., Rajar, A., SkvarĀa, M., Lender, B. 2006. Effect of genotype age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat. *World Rabbit Science*, 14:157-166.
- Ghodratizadeh, S., Kanbak, G., Beyramzadeh Zeliha Gunnur, D. Z., Memarzadeh, S., Reza H. (2013). Effect of carotenoid β -cryptoxanthin on cellular and humoral immune response in rabbit. *Veterinary Research Communications*, 38 (1): 59-62.
- Gong, Y., Plander, S., Xu, H., Samandi, B., Gao, Y. (2011). Supercritical CO₂ extraction of oleoresin from marigold (*Tagetes erecta*) flowers and determination of its antioxidant components with online HPLC-ABTS assay. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 91: 2875-2881.
- Goyache, F. (2005). Crecimientos, consumos y medidas corporales [Animal vivo canal y carne. Trazabilidad]. *Monografías INIA. Ganadera (España)*, (3).
- Green, A. S., Fascetti, A. J. (2016). Meeting the vitamin A requirement: the efficacy and importance of β -carotene in animal species. *The Scientific World Journal*, 16:1-22.
- Greene, L. W., Lunt, D. K., Byers, F. M., Chirase, N. K., Richmond, C. E., Knutson, R. E., Schelling, G. T. (1988). Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine. *Journal of Animal Science*, 66 (7): 1818-1823.
- Hauser, H., Dyer, J.H., Nandy, A., Vega, M.A., Werder, M., Bieliauskaite, E., Weber, F.E., Compassi, S., Gemperli, A., Boffelli, D. (1998). Identification of a receptor mediating absorption of dietary cholesterol in the intestine. *Biochemistry*, 37, 17843-17850

- Hernández, P. (2007). Carne de conejo, ideal para dietas bajas en ácido úrico. *Revista científica de nutrición*, 154: 33-36
- Hernández, P., Dalle Zotte, A. (2010). Influence of diet on rabbit meat quality. *Nutrition of the rabbit*, CABI, 163-178.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4):447-457.
- Huang, D., Zhuo, Z., Fang, S., Yue, M., Feng, J. (2015). Different Zinc Sources Have Diverse Impacts on Gene Expression of Zinc Absorption Related Transporters in Intestinal Porcine Epithelial Cells. *Biological Trace Element Research*, 173 (2):325 - 332. Huang, L. (2014). Zinc and its transporters, pancreatic β -cells, and insulin metabolism. In *Vitamins and Hormones*, 95:365-390.
- Hudon, J. (1994). Biotechnological applications of research on animal pigmentation. *Biotechnology advances*, 12(1):49-69.
- Jaramillo, V. J. L., Vargas, L. S., Guerrero, R. J. (2015). Preferencias de consumidores y disponibilidad a pagar por atributos de calidad en carne de conejo orgánico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6 (1): 221-232.
- Kotake-Nara, E. Nagao, A. (2011). Absorption and metabolism of xanthophylls. *Marine drug*, 9 (6): 1024-1037.
- Kramer, J. K. G., Cruz-Hernandez, C. Zhou, J. (2001). Conjugated linoleic acids and octadecenoic acids: analysis by GC. *European Journal of Lipid Science Technology*. 103 (9): 600-609.
- Kwiecień, M., Winiarska-Mieczan, A., Milczarek, A., Tomaszewska, E., Matras, J. (2016). Effects of zinc glycine chelate on growth performance, carcass characteristics, bonequality, and mineral content in bone of broiler chicken. *Livestock Science*, 191:43-50.

- Lai, S. M., Gray, J. I., Flegal, C. J. (1996). Deposition of carotenoids in eggs from hens fed diets containing saponified and unsaponified oleoresin paprika. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(2):166-170.
- Lebas, F. Coudert, P. Rochambeau, H. Thébault, R. G. (1996). El conejo cría y patología. *Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación*, 19: 1-14.
- Liu, Y., Batchuluun, B., Ho, L., Zhu, D., Prentice, K. J., Bhattacharjee, A., Zhang, M., Pourasgari, F., Hardy, A. B., Taylor, K. M., Gaisano, H., Dai, F. F., Wheeler, M. B. (2015). Characterization of Zinc Influx Transporters (ZIPs) in Pancreatic Cells. *The Journal of Biological Chemistry*, 290 (30): 18757-18769
- Malcolm-Callis, K. J., Duff, J. C., Gunter, S. A, Kegley, E. B, Vermeire, D. A. (2000). Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*, 78 (11): 2801-2808.
- Martínez, P.M., Córtes, C. A., Ávila, G. E. (2004). Evaluación de 3 niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Técnica Pecuaria México*, 41(1):105-111.
- Muñoz-Díaz, J. I., Fuente-Martínez, B., Hernández-Velasco, X., Ávila-González, E. (2012). Skin pigmentation in broiler chickens fed various levels of metabolizable energy and xanthophylls from *Tagetes erecta*. *The Journal of Applied Poultry Research*, 21 (4):788-796.
- Murray, R. K., Bender, D. A., Botham, K. M., Kennely, P. J., Rodwell, V. W., Weil, P. A., Harper. (2010). *Bioquímica Ilustrada*. McGraw-Hill Interamericana, 6:462-480.
- Nematbakhsh, S., Pei Pei, C., Selamat, J., Nordin, N., Idris, L. H., Abdull Razis, A. F. (2021). Molecular regulation of lipogenesis, adipogenesis and fat deposition in chicken. *Genes*, 12(3), 414.
- Nettleton, J. A., Villalpando, S., Cassani, R.S., Elmadfa, I. (2013). Health significance of fat quality in the diet. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 63 (1-2): 96-102.

- NMX-FF-105-SCFI-2005. 15 de mayo 2022. Productos pecuarios - calidad de conejo en canal – calidad de la carne – clasificación. <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2013/07/NMX-FF-105-SCFI-2005.pdf>
- NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015 / Accessed: 07 July 2020
- Norouzi, S., Adulcikas, J., Singh, S., Myers, S. 2017. Zinc transporters and insulin resistance: therapeutic implications for type 2 diabetes and metabolic disease. *Journal of Biomedical Science*, 24 (1):87.
- North, M. K., Nkhabutlane, P., Hoffman, L. C. (2017). The effect of age on the carcass composition, portion yield and proximate composition of two rabbit genetic types in South Africa.
- Oh, Y. S., Choi, C. B. (2004). Effects of zinc on lipogenesis of bovine intramuscular adipocytes. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 17(10):1378-1382.
- Olivares, P. R., Gómez-Cruz, M. A., Schwentesius, R. R., Carrera, C. C. (2009). Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad*, 21(46): 191-207.
- Ordoñez-Gomez, C. A. (2018). Relation of growth of crossbred hair sheep with some zoometric measures. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(2), 281-286.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. 2001. *FAO Recognizes the increasingly important role of rabbit breeding*. Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2018). *FAOSTAT Data*, Roma Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.
- Palmquist, D. L., Jenkins, T. C. (2003). Challenges with fats and fatty acid methods. *Journal of Animal Science*, 81(12):3250-3254.
- Pascual, M., Pla, M., Blasco, A. (2008). Effect of selection for growth rate on relative growth in rabbits. *Journal of animal science*, 86(12), 3409-3417.

- Peiretti, P. G., Gay, F., Rotolo, L., Brugiapaglia, A., Gasco, L. (2013). Effects of tomato pomace supplementation on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. *Meat science*, 95(2):345-351.
- Perez-Vedrell, A. M., Hernandez, J. M., Llaurodo, L., Schierle, J., Brufau, J. (2001). Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science*, 80 (3):320-326.
- Pond, W. G., Church, D. C., Pond, K. P., Schoknecht P. A. (2005). *Basic Animal Feed Nutrition and feeding*, 12:192-196.
- Puspani, E., Candrawati, D. P. M. A., Bidura, I. G. N. G. (2020). Performance, carcasses, cholesterol and beta-carotene of rabbit meat fed with concentrate and carrot (*Daucus carota*) leaves. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 12(1), 041-047.
- Rajput, N., Naeem, M., Ali, S., Rui. Y., Tian, W. (2012). Effect of dietary supplementation of Marigold pigment on immunity, skin and meat color, and growth performance of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14 (4): 291-304.
- Reboul, E., Abou, L., Mikail, C., Ghiringhelli, O., Andre, M., Portugal, H., Jourdheuil-Rahmani, D., Amiot, M.J., Lairon, D., Borel, P. (2005). Lutein transport by Caco-2 TC-7 cells occurs partly by a facilitated process involving the scavenger receptor class B type I (SR-BI). *Biochemical Journal*, 387(2): 455-461.
- Remboul, E. (2013). Absorption of vitamin A and carotenoids by the enterocyte: focus on transport proteins. *Nutrients*, 5(9): 3563-3581.
- Sakudoh, T., Lizuka, T., Narukawa, J., Sezutsu, H., Kobayashi, I., Kuwazaki, S., Banno, Y., Kitamura, A., Sugiyama, H., Takada, N. (2010). A CD36-related transmembrane protein is coordinated with an intracellular lipid-binding protein in selective carotenoid transport for cocoon coloration. *Journal of Biological Chemistry*, 285(10): 7739-7751.

- Sampugna, J., Pallansch, L. A., Enig, M. G., Kenney, M. (1982). Rapid Analysis of Trans Fatty Acids on SP-2340 Glass Capillary Columns. *Journal of Chromatography A*, 249 (2):245-255.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2018). *Resumen Nacional de Producción Pecuaria. Estadística Básica, México.*
- Shantha, N. C., Decker, E. A., Hennig, B. (1993). Comparison of methylation methods for the quantitation of conjugated linoleic acid isomers. *Journal-Association of Official Analytical Chemists*. 76: 644-649.
- Smith, O. B., Akinbamizo, O. O. (2000). Micronutrients and reproduction in farm animals. *Animal Reproduction Science*. 60 (61): 549-560.
- Spears, J. W., Kegley, E. B. (2002). Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, 80(10): 2747-2752.
- Sukhija, P. S., Palmquist, D. L. (1988). Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 36(6):1202-1206.
- Sunde, M. L. (1992). The scientific way to pigment poultry products. *Poultry Science*, 71: 709-710.
- Surai, P. F., Speake, B. K., Sparks, N. H. C. (2001). Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *Journal of Poultry Science*, 38: 1-27.
- Takahashi, K., Watanabe, M., Takimoto, T., Akiba, Y. (2004). Uptake and distribution of astaxanthin in several tissues and plasma lipoproteins in male broiler chickens fed a yeast (*Phaffia rhodozyma*) with a high concentration of astaxanthin. *British Poultry Science*, 45(1): 133-138.

- Wang, Y., Tang, J. W., Ma, W. Q., Feng, J., Feng, J. (2010). Dietary zinc glycine chelate on growth performance, tissue mineral concentrations, and serum enzyme activity in weanling piglets. *Biological Trace Element Research*, 133 (3): 325-334.
- Wang, S., Zhang, L., Li, J., Cong, J., Gao, F., Zhou, G. (2017). Effects of dietary marigold extract supplementation on growth performance, pigmentation, antioxidant capacity and meat quality in broiler chickens. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30(1), 71.
- Yan, J. Y., Zhang, G. W., Zhang, C., Tang, L., Kuang, S. Y. (2017). Effect of dietary organic zinc sources on growth performance, incidence of diarrhea, serum and tissue zinc concentrations, and intestinal morphology in growing rabbits. *World Rabbit Science*, 25(1):43-49.
- Yonkova, Y. P., Mihaylova, G. S., Ribarski, S. S., Doichev, V. D., Dimitrov, R. S., Stefanov, M. G. (2017). Fatty acid composition of subcutaneous and visceral fat depots in New Zeland White rabbits. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 20(3): 204-214.
- Zhang, H. B., Wang, M. S., Wang, Z. S., Zhou, A. M., Zhang, X., Dong, X. W., Peng, Q. H. (2014). Supplementation dietary zinc levels on growth performance, carcass traits, and intramuscular fat deposition in weaned piglets. *Biological trace elements research*, 161(1):69-77.
- Zomeño, C.A. Blasco, P, and Hernández. (2013). Divergent selection for intramuscular fat content in rabbits. II. Correlated responses on carcass and meat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 9, pp. 4532-4539.

X. ANEXOS

----- Mensaje reenviado -----

De: Carlos A. SANDOVAL-CASTRO <revistaccba_boletines@correo.uady.mx>

Para: Juan Edrei Sánchez Torres <edreie@yahoo.com.mx>

Enviado: miércoles, 31 de enero de 2024, 17:28:08 GMT-6

Asunto: [TSA] Envío recibido

Tropical and Subtropical Agroecosystems

Juan Edrei Sánchez Torres:

Gracias por enviarnos su manuscrito "CARACTERISTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJOS SUPLEMENTADOS CON ZINC METIONINA Y/O PIGMENTO DE FLOR DE CEMPASÚCHIL CON DOS EDADES AL SACRIFICIO" a Tropical and Subtropical Agroecosystems. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos, podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/author/submission/5441>

Nombre de usuario/o: juanedrei

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Carlos A. SANDOVAL-CASTRO

Tropical and Subtropical Agroecosystems

Tropical and Subtropical Agroecosystems

<http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA>

La Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C.
La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
La Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca
otorgan la presente

Constancia a:

García-Martínez P.A., Sánchez-Torres J.E.*, Domínguez-Vara I.A.,
Morales-Almaraz E., Valladares-Carranza B., Alcántara-Martínez E., Cruz-
Velázquez P., Galeano-Díaz J.P.

Como ponente, en la modalidad oral, del tema "RESPUESTA PRODUCTIVA Y
COLOR DE LA CARNE DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) ALIMENTADOS CON
DIETAS ADICIONADAS CON PIGMENTO DE FLOR DE CEMPASÚCHIL (*Tagetes erecta*)
Y ZINC METIONINA ", en la XLVI Reunión Científica de la Asociación
Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C.
Sustentabilidad y soberanía alimentaria, un reto para la producción
animal en México

16-18 de Octubre del 2019, Oaxaca de Juárez, Oaxaca



M. en C. PATRICIA KARINA
VICENTE CASTILLO
Directora, FMVZ, UABJO



DR. JUAN CARLOS MARTÍNEZ
GONZÁLEZ
Presidente AMPA, A.C.



DR. JORGE HERNÁNDEZ
BAUTISTA
Presidente del Comité Organizador