



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

**RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE
CONEJOS EN FINALIZACIÓN ALIMENTADOS CON DIETAS
SUPLEMENTADAS CON HARINA DE CASCARÓN DE HUEVO Y
FITASA**

TESIS

Que para obtener el título de:

Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA:

GABRIELA VÁZQUEZ DÁVILA

ASESORES:

**DR. IGNACIO A. DOMÍNGUEZ VARA
DR. JUAN EDREI SÁNCHEZ TORRES
DR. ERNESTO MORALES ALMARAZ**

REVISORES:

**M. EN C. JOSÉ LUIS BORQUEZ GASTELUM
MVZ. ALEJANDRO CARBAJAL EZETA**



Toluca, México, febrero de 2019

CONTENIDO	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1. Nutrición del conejo.....	11
2.2. Requerimientos nutricionales del conejo.....	13
2.2.1. Requerimientos de minerales de conejos en etapa de crecimiento- finalización.....	14
2.2.2. Calcio (Ca)	15
2.2.3. Fósforo (P)	16
2.3. Fitsa	17
2.3.1. Interacción de las fitasas con el fitato	18
2.4. Alimentos funcionales	20
2.5. Subproductos	21
2.5.1. Descripción del cascarón de huevo	22
2.5.2. Usos de cascarón de huevo en la alimentación humana, animal y otros.....	23
2.6. Características morfométricas de la canal de conejo	23
2.6.1. Color.....	24
2.6.2. pH.....	25
2.6.3. Cortes primarios	26
3. JUSTIFICACIÓN.....	30
4. HIPÓTESIS.....	32
5. OBJETIVOS.....	33
5.1. Objetivo general	33
5.2. Objetivos específicos	33
6. MATERIALES Y METODOS.....	34
6.1. Material biológico:	34
6.2. Material alimenticio	34
6.3. Material de laboratorio	34
6.4. Material de gabinete.....	34
6.5. Infraestructura:	34
6.6. Material de limpieza	35
7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39

8. LIMITE DE ESPACIO	40
9. LIMITE DE TIEMPO	41
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
10.1. Comportamiento productivo	42
10.2. Características morfométricas	44
11. CONCLUSION.....	51
12. LITERATURA CITADA	52

INDICE DE CUADROS

	Página
1.1 Requerimientos nutricionales de los conejos en etapa de crecimiento.....	11
1.2 Requerimientos de macrominerales de conejos en crecimiento.....	15
1.3 Diferentes fuentes de fitasa y sus respectivas unidades fitasa.....	20
1.4 Composición estructural del cascarón de huevo	22
1.5 Ingredientes utilizados en las dietas experimentales.....	36
1.6 Composición química calculada de cada una de las dietas experimentales... ..	36
1.7 Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	41
1.8 Pesos, rendimiento y volumen de la canal de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	43
1.9 Medidas morfométricas de la canal de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	45
1.10 Pesos de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	46
1.11 Color y pH de la carne de conejos en finalización alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	47
1.12 Relación carne-hueso, carne-grasa y hueso-grasa de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa	48

INDICE DE FIGURAS

	Página
2.1 Aparato digestivo del conejo.....	11
2.2 Naturaleza del fósforo según la materia prima	17
2.3 Esquema de la composición del fosfato	18
2.4 Mecanismo de acción de las fitasas... ..	19
2.5 Medidas lineales de la canal de conejo... ..	27
2.6 Secciones de corte de la canal de conejo	28
2.7 Secciones de corte de extremidades de la canal de conejo.....	29
2.8 Ubicación geográfica del Cerrillo Piedras Blancas... ..	39

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva y las características de la canal de conejos alimentados con dietas complementadas con cascarón de huevo y fitasa microbiana. El estudio se realizó en el Área Experimental Cunicula de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM, ubicada en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca Estado de México. Se utilizaron 65 conejos F1 cruce de las razas Nueva Zelanda X California con aproximadamente 40 días de edad y 900 g de peso vivo, los cuales fueron alojados en jaulas individuales (33x45 cm) y distribuidos aleatoriamente en 5 tratamientos experimentales. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, los datos fueron procesados con análisis de varianza según el modelo lineal general en el programa estadístico SAS (2002). La comparación de medias fue mediante el método de Tukey. Las dietas para los tratamientos fueron a base de alfalfa, salvado, sorgo, heno de avena, pasta de soya, melaza y pre mezcla de minerales y vitaminas. El tratamiento 1 (T1) no incluyo harina de cascarón de huevo ni fitasa, el tratamiento 2 (T2) incluyo cascarón de huevo pero no fitasa, mientras que a los tratamientos T3, T4 y T5 se les adiciono 0.005, 0.010 y 0.15 g de fitasa y cascarón de huevo (0.6%). El alimento se suministró *ad libitum* durante 28 días. No se observó diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos aplicados en las variables de comportamiento productivo. En cuanto a las variables peso vivo a sacrificio, rendimiento de la canal, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, pH a 45 m y 24 h, color de la carne y mediciones morfo métricas no mostraron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos aplicados. Se concluye que la inclusión de harina de cascarón de huevo y fitasa, en la dieta de conejos en la etapa de crecimiento-finalización, no afectó los parámetros productivos ni las características de la canal.

Palabras clave: Conejos, engorda, harina de cascarón de huevo, fitasa, calidad, canales.

1. INTRODUCCIÓN

El conejo es un animal herbívoro que en condiciones naturales consume diversos ingredientes en su dieta, los cuales se caracterizan por contener grandes cantidades de fibra que puede ser digerida en su trato digestivo (NRC, 1977). Además de otros nutrientes, el conejo tiene requerimientos de minerales para un óptimo crecimiento, entre los que destacan el calcio y fósforo, que son dos macro minerales que tienen funciones vitales en el organismo (Mateos *et al.*, 2010).

Actualmente, al alimento peletizado para conejo se le adiciona, como fuente de Ca, carbonato de calcio y piedra caliza, para cubrir las necesidades de este mineral; sin embargo, pueden existir otras fuentes de calcio orgánicas altamente disponibles que pueden ser incluidas en las dietas para conejos sin afectar su comportamiento productivo (FEDNA, 2018).

El cascarón de huevo de gallina se ha utilizado como fuente de calcio, principalmente en la alimentación de cerdos y aves, contiene un alto porcentaje de calcio (94-96 %), altamente disponible (Valdés, 2009; Belitz *et al.*, 2009; Stadelman, 2000). Sin embargo, es importante realizar estudios de esta fuente de calcio en conejos ya que se carece de esta información.

Por otro lado, se ha observado que el mioinositol, presente en los ingredientes de origen vegetal pueden formar complejos con el fósforo principalmente y, en una estructura secundaria, con el calcio, debido a las interacciones electrostáticas que existen entre estos minerales (Kumar *et al.*, 2010; Yankey *et al.*, 2011; Dyner *et al.*, 2016), esta unión del mioinositol con estos minerales puede ocurrir a nivel gástrico debido al pH, la humedad y la temperatura presente, evitando la absorción de estos minerales y, a la vez, contaminando el ambiente por medio de la excreción de estos macrominerales.

La fitasa es una enzima que se encuentra en cantidades muy pequeñas en plantas, puede ser sintetizada por los microorganismos como bacterias, hongos y levaduras, los cuales son capaces de romper los enlaces que se forman entre el mioinositol, el

calcio y fósforo, volviendo disponibles estos minerales para su absorción (Lei *et al.*, 2013).

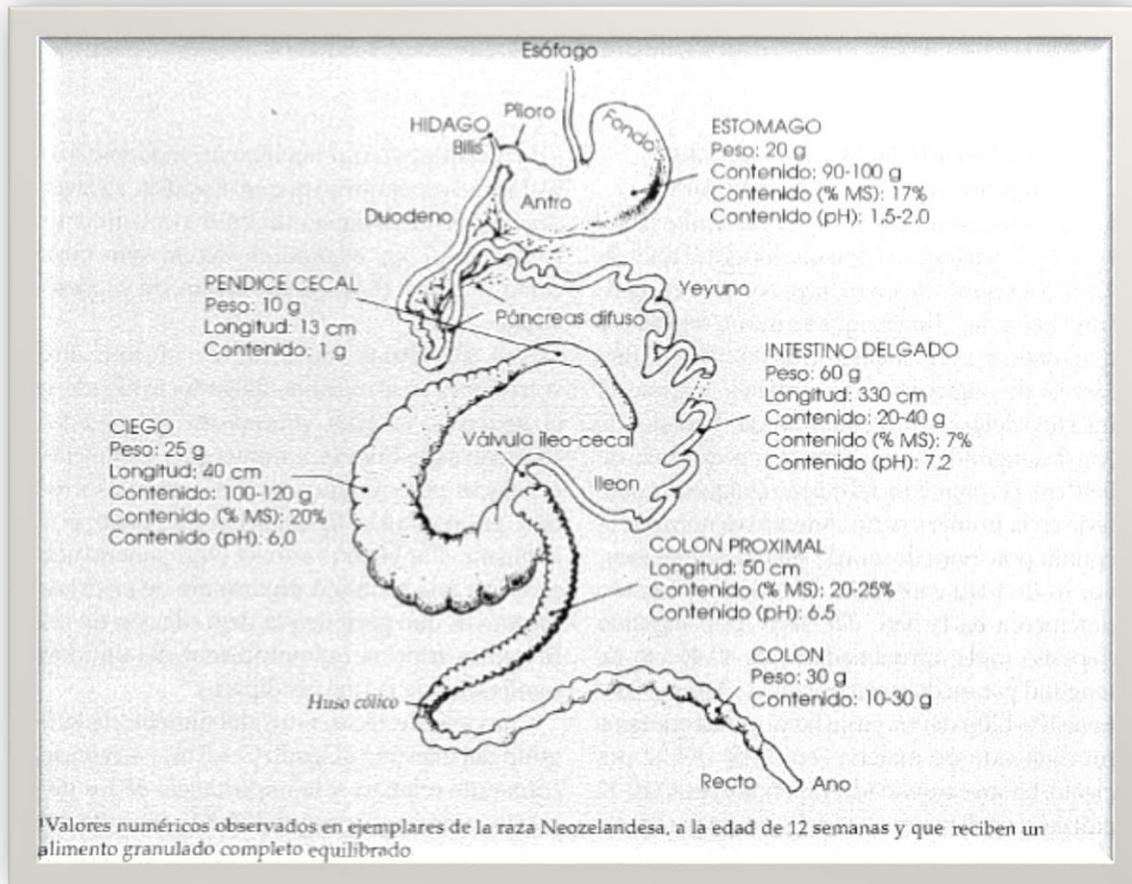
Debido al escaso conocimiento de inclusión del cascarón de huevo en la dieta de conejos en etapa de crecimiento sería de gran importancia probar la inclusión de este subproducto y a la vez agregar fitasa para mejorar su utilización en el tubo digestivo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Nutrición del conejo

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un mamífero herbívoro el cual presenta características particulares en su sistema digestivo (Mora, 2010) como se muestra en la Figura 1. Su estómago es muy grande en proporción a su cuerpo, el ciego es una de las estructuras anatómicas bien desarrolladas, representa el 41% del peso del tracto digestivo en comparación con otras especies como el caballo (Dihigo, 2006; Johnson, 2006).

Figura 1. Aparato digestivo del conejo.



(Fuente: Lebas *et al.*, 1996).

El ciego es considerado un órgano fermentador del intestino posterior y sus requerimientos de forraje de buena calidad se deben a su alta tasa metabólica y a su pequeño cuerpo (Irlbeck, 2001). La frecuencia con la que el conejo ingiere alimento es de 4-6 minutos, una cantidad aproximada de entre 2-8 gramos; su estómago contiene alimento, líquidos y células de descamación. El tiempo de retención intestinal es corto, con 17.1 horas, comparado con el del bovino en el cual son 68.8 horas (Johnson, 2006).

El alimento consumido por el conejo sufre pocas transformaciones en el estómago, luego de haber permanecido en este de tres a seis horas en un medio ácido. La acción de la pepsina da inicio hidrolizando así a las proteínas, al mismo tiempo se produce una acidificación alcanzando un pH de 1-2 (FAO, 1996).

Las contracciones del estómago provocan que el contenido digestivo llegué poco a poco al intestino delgado, pasando a un pH cercano a 7 (Nicodemus *et al.*, 2002), donde inmediatamente comenzará a diluirse por acción de las secreciones biliares en primera instancia, después por las secreciones intestinales y, posteriormente, por la acción de las enzimas tripsina, quimotripsina (proteínas), amilasa (almidón) y lipasa (lípidos) presentes en el jugo pancreático, liberando así las partículas fácilmente degradables, para finalmente absorberse en la pared intestinal y así llegar a las células para que estas puedan realizar sus funciones (FAO, 1996).

El intestino delgado tiene una longitud de 3 a 3.5 metros; sin embargo, almacena escaso contenido, lo que hace al estómago y al ciego los depósitos más importantes donde se alberga entre 70 a 80 % de todo el contenido seco del tubo digestivo (FAO, 1996). El material que no fue digerido en el intestino delgado, como es el caso de la fibra, la cual se encuentra presente en gran cantidad, permanece ahí un poco más de tiempo, para después entrar al ciego donde se encuentra la zona de fermentación, llevada a cabo por bacterias de los géneros *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Streptococcus* y *Enterobacter* (Carabaño y Piquer, 1998), junto con las enzimas presentes, transforman a la celulosa y hemicelulosa en ácidos grasos volátiles (Trocino *et al.*, 2012).

El resultado de la fermentación cecal son los ácidos grasos de cadena corta, a diferencia de los rumiantes, la proporción en conejos es de 60 a 80 mmol/100 mol de ácido acético, 8 a 20 mmol/100 mol de ácido butírico y 3 a 10 mmol/mol de ácido propiónico, los cuales representan hasta un 30 % del metabolismo basal (García *et al.*, 2002). Una vez producidos los ácidos grasos volátiles estos son absorbidos por el epitelio cecal, para después pasar al torrente sanguíneo (Johnson, 2006).

El contenido presente en el ciego está formado por un 50% de partículas alimenticias pequeñas y grandes no degradadas, y el 50 % restante, lo conforma el grupo de bacterias que han colonizado el ciego (FAO, 1998).

El conejo produce dos tipos de heces, a través de los mecanismos que separan las partículas del ciego y el colon proximal, las partículas más pequeñas de alimento (\leq 0.5 mm), así como el contenido líquido, pasan al ciego mediante movimientos antiperistálticos, formando una especie de bolas, las cuales son cubiertas por una secreción mucoide de la pared del colon, estas bolas reciben el nombre de heces blandas o cecotrofos (Johnson, 2006). Las heces blandas son excretadas de acuerdo a un ciclo circadiano contrario al momento de la ingesta de alimento y excreción de heces duras que ocurre durante la noche (Orengo y Gidenne, 2007); por el contrario, la parte sólida, donde se encuentran las partículas grandes forman las heces duras. Los cecotrofos son tomados por el animal, directamente del ano, sin masticarlos, en cuya digestión se recupera proteína, vitaminas del grupo B, vitamina K y minerales (Gutiérrez *et al.*, 2000).

2.2. Requerimientos nutricionales del conejo

A lo largo de los años, tras arduas investigaciones se han venido formulando alimentos que cumplen con los nutrientes que el animal requiere de acuerdo al fin productivo (FAO, 1996).

En el Cuadro 1 se muestran algunos de los requerimientos nutricionales para los conejos en crecimiento, se citan los valores según dos autores, estimando un rango entre estos.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de los conejos en etapa de crecimiento.

NUTRIENTE	NRC	LEBAS	Rango
	(1977)	(1989)	
Energía Digestible, (Kcal)/Kg	2500.00	2500.00	2500.00
Fibra Detergente Neutro, %	65.00	18.00	18-65
Fibra Cruda, %	10-12		10-12
Grasa Cruda, %	3.00-5.00		3.00-5.00
Proteína Cruda, %	16.00	16.00	16.00
Lisina, %	0.65	0.70	0.65-0.70
Metionina + Cistina, %	0.60	0.60	0.60
Arginina, %	0.60	0.90	0.60-0.90
Histidina, %	0.32	0.35	0.32-0.35
Leucina, %	1.12	1.05	1.05-1.12
Isoleucina, %	0.62	0.60	0.60-0.62
Fenilalanina + Tirosina, %	1.12	1.20	1.12-1.20
Treonina, %	0.62	0.55	0.55-0.62
Triptófano, %	0.22	0.13	0.13-0.22
Valina, %	0.72	0.70	0.70-0.72

2.2.1. Requerimientos de minerales de conejos en etapa de crecimiento-finalización.

En el Cuadro 2 se muestran los requerimientos de macro minerales para dietas de conejos en crecimiento reportados por cuatro autores.

Cuadro 2. Requerimientos de macro minerales para conejos en crecimiento.

AUTORES	g Kg ⁻¹				
	Calcio	Fósforo	Sodio	Cloro	Potasio
NRC (1977)	4.0	2.2	2.0	3.0	6.0
INRA (1989)	4.0	3.0	3.0	3.0	6.0
Mateos y de Blas (1998)	3.0-10.0	3.0-7.0	2.0-2.3	2.8-4.8	6.5-10.0
Lebas (2004)	7.0-8.0	4.0-4.5	2.2	2.8	≤15.0

2.2.2. Calcio (Ca)

Alrededor del 99% de Ca en el organismo se encuentra en el sistema óseo, cerca del 1% restante se encuentra realizando funciones metabólicas, así como en la conductividad de impulsos nerviosos, coagulación sanguínea y contracción muscular (Redrobe *et al.*, 2002; Halls, 2010).

En los conejos, debido a la tasa alta de reproducción, la etapa de lactancia y el recurrente cambio de piezas dentales, se incrementa la demanda de Ca (Harcourt, 2010).

Existen dos vías por las cuales el calcio es absorbido en el intestino, la primera de ellas es a través de difusión pasiva, según sea el gradiente de concentración entre el lumen intestinal y la sangre; la segunda vía depende de las concentraciones de Ca en sangre y de la forma activa de la vitamina D. En el conejo, la vía de absorción es la pasiva pero si las concentraciones de Ca en sangre son deficientes la segunda vía se pone en marcha (Harcourt, 2010).

El conejo, a diferencia de otras especies, no utiliza la paratohormona, el calcitrol, la calcitonina o el estrógeno para la absorción del calcio en el intestino. El organismo del conejo se caracteriza por absorber el calcio digestible que ingiere en la dieta y si hay un exceso de calcio en la sangre intervienen las hormonas antes mencionadas para excretarlo vía orina (Redrobe *et al.*, 2002; Eckermann-Ross, 2008; Chapin *et al.*, 1967).

El Ca excretado por el conejo puede ser observado debajo de las jaulas, donde se nota un precipitado blanco, espeso y cremoso (Swick, 1981; Clauss *et al.*, 2011).

La absorción del Ca en intestino delgado es favorable cuando otros ingredientes de la dieta están presentes, tal es el caso de algunos glúcidos, citratos, péptidos y aminoácidos. Sin embargo, la absorción del Ca disminuye en presencia de elementos como los fitatos, oxalatos, ácidos grasos de cadena larga, fosfatos y fluoruros (Valencia *et al.*, 2011).

2.2.3. Fósforo (P)

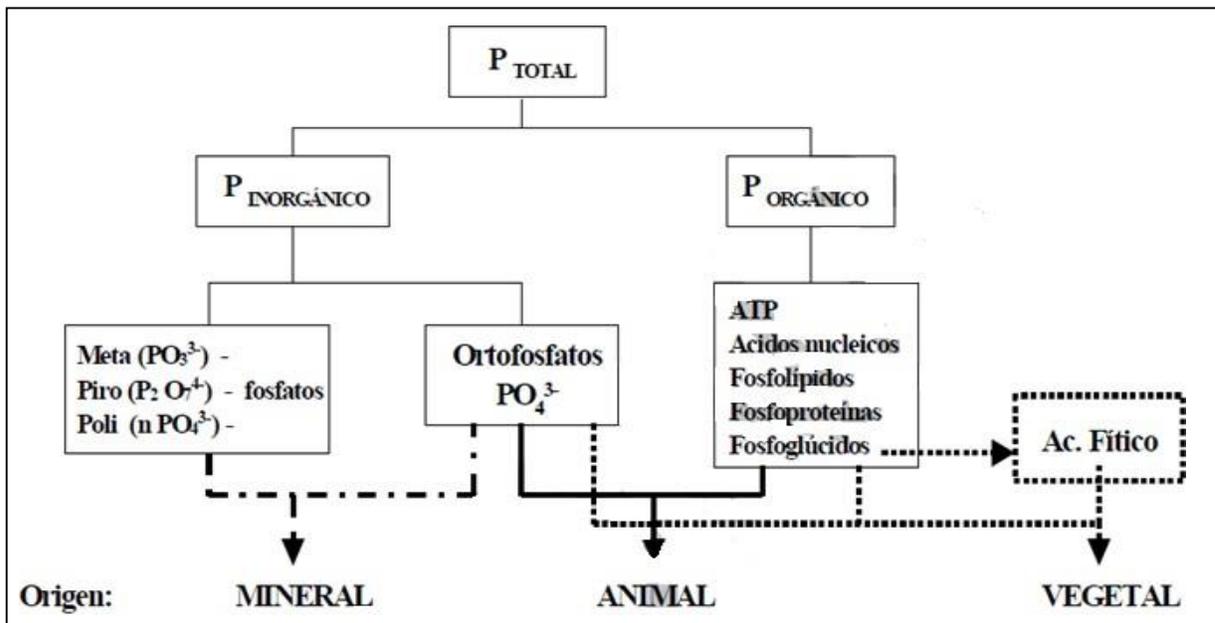
El fósforo es un macromineral esencial, forma parte del ATP, del sistema óseo, los ácidos nucleicos y es un componente importante de las membranas celulares (McDowell, 1992). Dos tercios del fósforo en las plantas se encuentra en forma de fitato y los animales no rumiantes no pueden digerirlo, por lo tanto es excretado. Hace algunos años las excretas eran utilizadas como abono para las plantas, actualmente son pocas las plantas que pueden abonarse, esto provoca un exceso de este mineral en el suelo y es aquí donde algunos de los microorganismos liberan al fósforo mediante las fitasas, este pasa del suelo a los cuerpos de agua dando pauta a la proliferación de algas las cuales en su abundancia consumen la mayor parte de oxígeno presente en el agua ocasionando la muerte de varias especies acuáticas. Esto se ve reflejado en dos problemáticas, una es para el productor al suplementar las dietas con fósforo inorgánico y la segunda tiene que ver con el daño al medio ambiente (Rebollar, 2000; Acosta y Cárdenas, 2006). En la Figura 2 se observa la naturaleza del P según la materia prima.

La absorción del fósforo se encuentra regulada por la forma activa de la vitamina D, esta absorción tiene lugar en el intestino delgado por medio de transporte activo. En animales no rumiantes la disponibilidad del fósforo presente en el forraje de la dieta se ve influenciado por la presencia de fitatos o fitasas (Mateos *et al.*, 2010).

Los fitatos son compuestos formados principalmente por fósforo, dichos fitatos no pueden ser degradados por enzimas endógenas sino que requieren de fitasas (Marounek *et al.*, 2009). Los fitatos son sales provenientes del ácido fitico, este forma

parte de todas las semillas, representando una reserva de fósforo, este ácido a su vez se encuentra formado por una molécula de inositol que al unirse mediante enlaces éster con uno o hasta seis grupos ortofosfato forman el compuesto mioinositol hexafosfato (Sauveur, 1989).

Figura 2. Naturaleza del fósforo según la materia prima.



Fuente: (FEDNA, 2018).

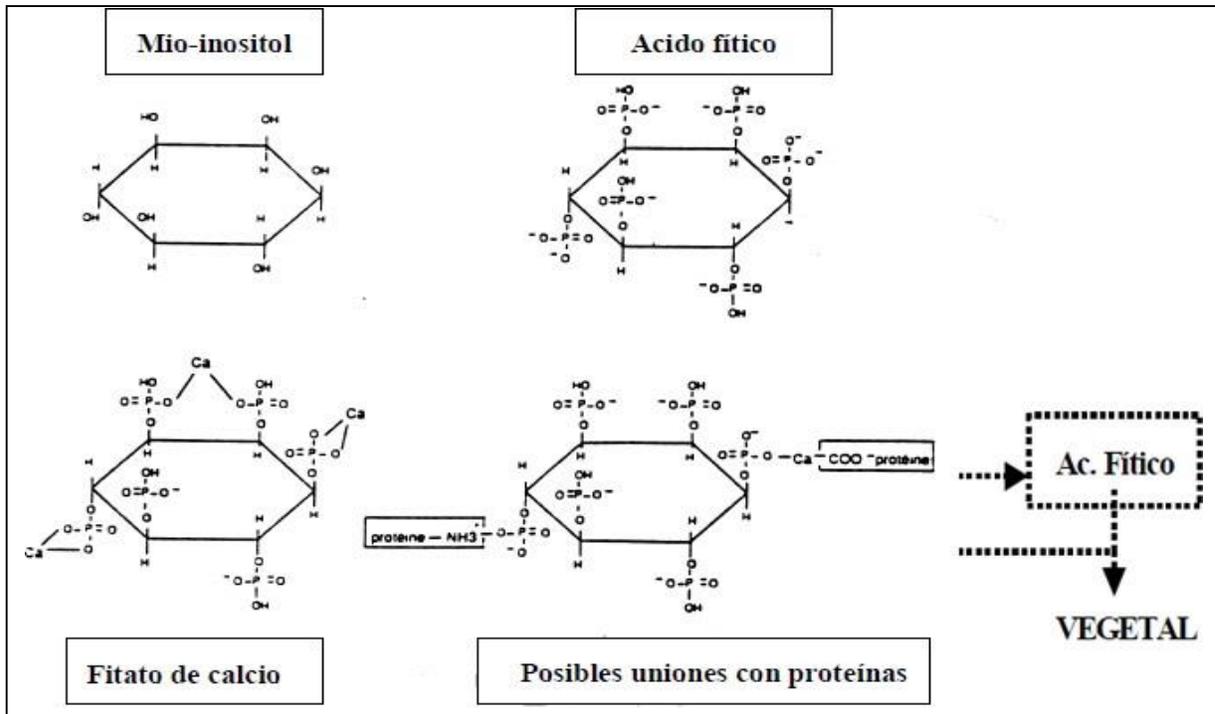
En la Figura 3 se esquematiza la molécula de mio-inositol y el ácido fítico, la cual se encuentra unida al fósforo en su estructura primaria, y a calcio, en su estructura secundaria.

2.3. Fitasa

Las fitasas son enzimas fosfomonoesterasas, capaces de hidrolizar el ácido fítico, dando como resultado la liberación de ortofosfato inorgánico (Vincent *et al.*, 1992). Estas enzimas pueden ser clasificadas de acuerdo al su pH óptimo como fitasas ácidas o fitasas alcalinas. Otra forma de clasificar a las fitasas está relacionada con el número del carbono presente en el anillo de mio-inositol de la molécula de fofato,

por el que inicia su actividad enzimática (3-fitasa, 5-fitasa, 6-fitasa). Sin embargo, la clasificación con mayor aceptación es de acuerdo a su origen (Kerovuo, 2000). Podemos encontrar fitasas en algunas bacterias y hongos, incluso en algunas plantas o animales (Applegate *et al.*, 2003; Moran, 2004).

Figura 3. Esquema de la composición del fosfato.

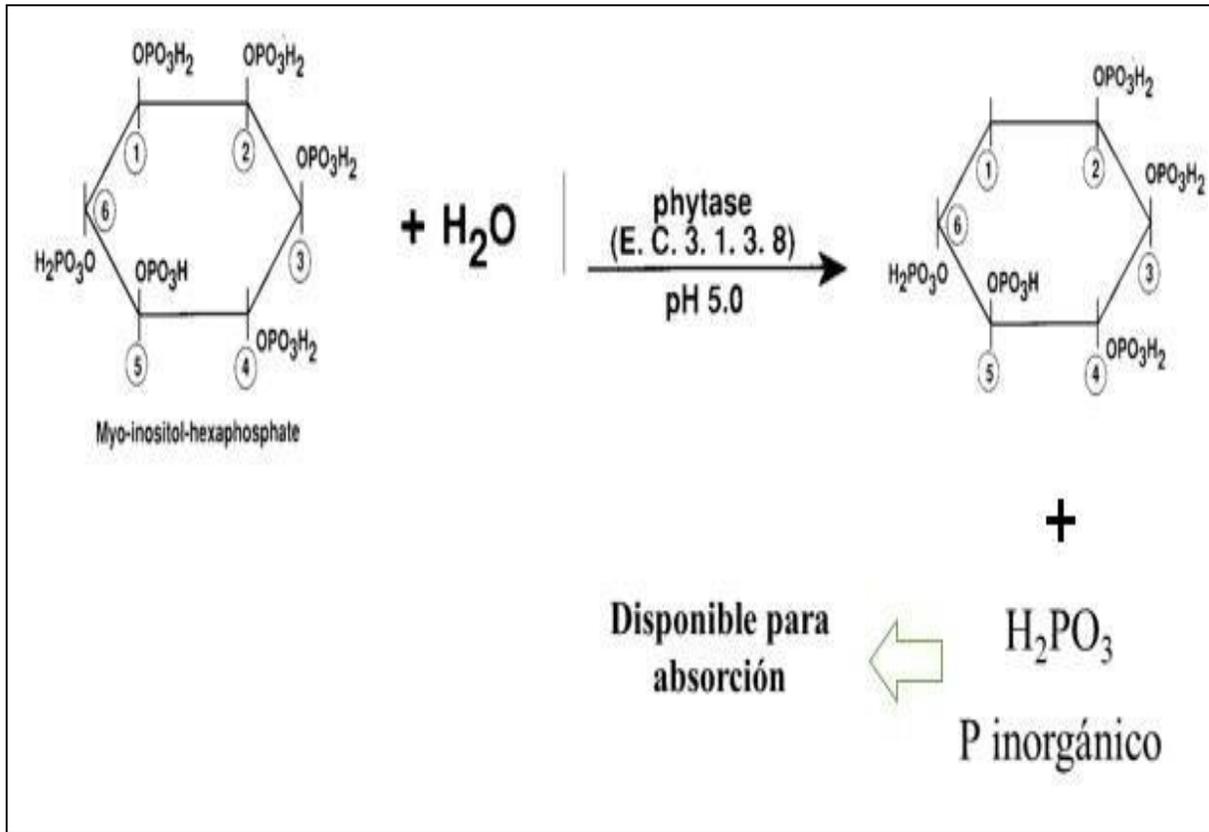


Fuente: (FEDNA, 2000).

2.3.1. Interacción de las fitasas con el fitato

Las fitasas catalizan la desfosforilación del fitato, tal y como se muestra en la Figura 4. La unidad fitasa es la forma en que se mide la actividad de esta enzima y se define como la cantidad de fitasa requerida para liberar 1 μmol de fosfato inorgánico (Eeckhout y Paepe, 1994; Kerovuo, 2000).

Figura 4. Mecanismo de acción de las fitasas.



Los géneros *Aspergillus* y *Peniophora* tienen enzimas 3-fitasa que hidroliza el sustrato a partir de la posición 3 de la molécula del mio-inositol. Su pH óptimo de actividad es de 2.5 a 7.5, en una temperatura de 35 a 63 grados centígrados (Liebert *et al.*, 1993).

Las fitasas que provienen de los microorganismos como hongos y bacterias tienen una unidad fitasa elevada, el mínimo de esta es de 5,000 UTF/g, con una variación de acuerdo al microorganismo que se trate (Greiner y Farouk, 2007).

En el Cuadro 3 se pueden ver las diferentes fuentes de fitasa y sus unidades fitasa.

Cuadro 3. Diferentes fuentes de fitasa y sus respectivas unidades fitasa.

FUENTE	Unidades fitasa
Vegetal	
Trigo	2,078 U/Kg
Centeno	2,426 U/Kg
Triticale	1,100 U/Kg
Cebada	925 U/kg
Avena	42 U/kg
Soya	31 U/kg
Sorgo	24 U/Kg
Maíz	12 U/Kg
Microbiana	
<i>Aspergillus</i> (hongo)	
<i>Saccharomyces</i> (levadura)	5,000 U/Kg mínimo
<i>Peniophora</i> (levadura)	
<i>Bacillus</i> (bacteria)	
<i>Enterobacter</i> (bacteria)	
<i>Pseudomonas</i> (bacteria)	

Fuente: (Zimmermann *et al.*, 2002).

2.4. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales surgen debido a la prevención de enfermedades crónicas que no son transmisibles, tienen un diseño especializado, el cual altera de forma específica y positiva a ciertas funciones del organismo, promoviendo así un efecto fisiológico o psicológico favorable a un nivel por encima de su valor nutricional y considerándolos promotores de la salud (Sarmiento *et al.*, 2006; Olagnero, 2007; Van den Driessche *et al.*, 2002).

Roberfroid (2000), define a un alimento funcional como un componente alimenticio, como lo es la fibra, o bien algún micro o macro elemento que produzca algún efecto benéfico en el organismo.

Claros ejemplos de alimentos funcionales son los prebióticos, que son componentes de la dieta los cuales son aprovechados por los microorganismos, provocando la

fermentación de estos componentes y reflejándose en la producción de ácidos grasos de cadena corta, metano y dióxido de carbono, entre otras sustancias, que ayudan a la proliferación de estos microorganismos, inhibiendo el crecimiento de la flora dañina. Algunos ejemplos de estos componentes son la inulina, oligofructosa y las sustancias pécticas (Roberfroid, 2005).

Los probióticos son microorganismo vivos que solo en ciertas cantidades benefician al organismo, algunos ejemplos de probióticos son bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (FAO/WHO, 2002; Lebeer *et al.*, 2010). La combinación de una sustancia prebiótica y bacterias probióticas es denominado “Simbiótico” cuya ventaja es la persistencia del prebiótico en el tracto gastrointestinal (Driessche y Wauters, 2002).

Algunas de las sustancias bioactivas, vitaminas y proteínas consideradas como alimentos funcionales son el Ácido Linoléico Conjugado (CLA) ya que posee propiedades anticancerígenas (De La Torre *et al.*, 2006). Las vitaminas del complejo B ayudan a la prevención de malformaciones congénitas (Lucock, 2004).

Investigaciones afirman que consumir productos adicionados con Ca son benéficos en la salud del sistema óseo. En la actualidad el consumo de minerales ha disminuido por parte de la población en algunas partes del mundo y se han incrementado los problemas de sobrepeso e hipertensión arterial, los cuales propician la osteoporosis y es aquí donde emana el desarrollo de estrategias que permitan a los nutriólogos crear alimentos enriquecidos con calcio (Valencia *et al.*, 2011).

2.5. Subproductos

Según el SENASA (2018), un subproducto de origen animal es aquel que proviene de algún animal doméstico, silvestre o de caza y puede ser algún tipo de secreción, excreción o cualquier parte de su cuerpo. Estos se catalogan como subproductos que han pasado por un proceso físico o químico y subproductos sin procesar,

algunos ejemplos de los primeros son la harina de sangre, la harina de plumas, sebos y harina de carne y hueso; como ejemplo de los segundos están los pelos, las lanas y las crines.

Un subproducto utilizado en la alimentación animal es el cascarón de huevo, utilizado como fuente de calcio. Omi y Ezawa (1998) describieron que el calcio procedente del cascarón de huevo triturado tenía mayor absorción a nivel de intestino delgado en ratas de laboratorio, comparado con el calcio extraído de forma química.

Actualmente, se desecha gran cantidad de cascaron de huevo que puede utilizarse en la alimentación animal, el cual puede ser lavado con hipoclorito mediante inmersión por más de cinco minutos y al final enjuagar perfectamente con agua como un método de desinfección (Hutchison, *et al* 2003).

2.5.1. Descripción del cascarón de huevo

El cascarón de huevo es un una barrera protectora, a través de esta se realiza el intercambio de gases con el medio. De un 9 a 12% del peso del huevo está representado por el cascarón, con aproximadamente 5 a 7 gramos de peso (Valdés, 2009). En el Cuadro 4 se muestra la composición química del cascarón de huevo. El calcio es el elemento principal en este subproducto (Valdés, 2009).

Cuadro 4. Composición estructural del cascarón de huevo.

Compuesto	Fuente:	
	Stadelman (2000)	Gómez (2011)
Carbonato de calcio	94%	93.60%
Fosfato de calcio	1%	0.73%
Carbonato de magnesio	1%	0.80%
Sustancias orgánicas	4%	3.30%
Agua		1.60%

2.5.2. Usos de cascarón de huevo en la alimentación humana, animal y otros.

Gómez (2011) realizó un estudio en donde cuantificó el porcentaje de carbonato de calcio proveniente del cascarón de huevo de gallina, las soluciones que utilizó fueron jugo de limón, jugo de naranja, leche, vinagre y agua en su punto de ebullición, demostrando que mediante estas formas es fácil obtener el calcio necesario para personas con osteoporosis, mujeres embarazadas o lactantes, incluso niños y mujeres post menopaúsicas, además de representar una fuente barata de obtener Ca en comparación con los comprimidos comerciales, sabiendo que en lugares con un alto índice de pobreza impide obtener este tipo de productos farmacéuticos.

Otro estudio donde se utilizó el cascarón de huevo como fuente de Ca, fue en una pasta tipo fettuccine elaborada con trigo, se le adicionó cascarón de huevo de gallina previamente lavado, desinfectado correctamente, secado y molido para enriquecer a la pasta sirviendo como una fuente rica en Ca, al finalizar la pasta fue sometida a pruebas para detectar Salmonella las cuales fueron negativas (Rosas *et al.*, 2018).

El CaCO_3 micronizado o precipitado es empleado como aditivo en industrias de plásticos, pinturas, resinas, cosméticos y alimentos (Castañeda *et al.*, 2013). Se han realizado varias investigaciones en los últimos años respecto a la utilización de cascarón de huevo como fuente de calcio en la alimentación humana y animal (Suguro *et al.*, 2000).

El carbonato de calcio procedente del cascarón de huevo se ha utilizado como sustituto óseo, se han hecho pruebas en Odontología utilizando el subproducto en las que se ha encontrado una respuesta favorable por parte del tejido, incluso se notó una estimulación en la proliferación celular y el tejido de cicatrización al combinar carbonato de calcio (de cascarón de huevo) y plasma (Pérez *et al.*, 2010).

2.6. Características morfométricas de la canal de conejo

La carne de conejo es considerada un alimento saludable ya que tiene bajo contenido de grasa y es rica en proteínas. Algunos cunicultores la llaman carne, sin

embargo, esta es considerada como una carne blanca (Buxade, 1996). Es apreciada por su sabor y los rasgos que determinan su calidad son el color, el pH y la terneza; sin embargo, factores como la raza, edad, sexo, sistema de alimentación, peso al sacrificio y forma de matanza, pueden alterar dichas características (Cavani *et al.*, 2000).

2.6.1. Color

El color es otro factor importante dentro de la calidad de la carne puesto que la decisión de compra por parte del consumidor se ve involucrada. La mioglobina y la hemoglobina son los pigmentos responsables del color de la carne. Las reacciones químicas que involucran a la mioglobina y al tema de oxigenación o la adición de una molécula de monóxido de carbono dan como resultado el cambio en la coloración de la carne después de la matanza del conejo (Mancini y Hunt, 2005).

Al igual que cualquier otra superficie, el color de la carne deriva de tres factores:

- El tipo de luz que recibe
- El espectro lumínico que recibe la materia (en este caso la carne) influye en el color que percibimos
- La composición química

Para la determinación de color se han recomendado dos escalas alternativas y uniformes por la Comisión Internacional de Luminosidad (CIE) de 1976, la primera escala es CIE, 1976 (L^* , a^* , b^*) o CIELAB y la segunda es CIE, 1976 (L^* , u^* , v^*) o CIELUV. Basadas en la teoría de percepción de colores opuestos, esta teoría menciona que un color no puede ser verde y rojo ni azul y amarillo al mismo tiempo. En el CIELAB la luminosidad o claridad está indicada por la literal L^* ; para indicar el color rojo/verde esta la literal a^* (u^*) y para los valores de amarillo/azul se encuentra la literal b^* (v^*). Para realizar el cálculo de matiz se usan los valores de a^* y b^* :

$$H (0)_{ab} = \text{tg}^{-1} b^*/a^*$$

La cromaticidad está indicada por la literal C*(*Chroma*) y se determina por la siguiente formula:

$$C^* ab = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Los valores de luminosidad (L*) oscilan de 0 (refiriéndose a negro) a 100 (blanco), representando la escala de grises acromática.

Los otros dos ejes de coordenadas son a* y b*, y representan variación entre rojizo-verdoso, y amarillento-azulado, respectivamente. Aquellos casos en los que a* = b* = 0 son acromáticos; por eso el eje *L representa la escala acromática de grises que va de blanco a negro.

Hernández y Blasco (1996) mencionan que la determinación de color en la carne de conejo debe realizarse en los músculos con mayor importancia comercial como lo es el *Longissimus dorsi*.

2.6.2. pH

El pH es una de las características importantes para la carne ya que de él dependen las propiedades, la estabilidad de las proteínas y el valor de este a las 24 horas *post mortem* puesto que la capacidad de retención de agua y el color se ven influenciados (Sierra, 2006).

El pH de un conejo vivo es de 7, este valor se ve afectado por las condiciones previas a la matanza del animal como lo es el estrés, ayuno, transporte, sus reservas de glucógeno y la producción de ácido láctico. Una vez muerto el animal, el músculo comenzará a sufrir cambios debido a que, al perder el aporte de nutrientes y oxígeno disipará las reservas energéticas tratando de mantener la integridad (Gondret y Bonneau, 1998).

La disminución del pH en el músculo del conejo es uno de los cambios que ocurren después del sacrificio, este valor disminuye de entre un 7.0 a 7.2 a valores de 5.6 en

carne con actividad glicolítica o 6.5 en músculos oxidativos (Cabanés, 1996; Delmas y Ouhayoun, 1990).

El pH ácido depende también del potencial amortiguador del músculo influenciado por el nivel de nitrógeno no proteico, reflejándose en la afección de las propiedades de la carne como lo son la ternura y el color (Hulot y Ouhayoun, 1999). Según Blasco y Piles (1990), el pH se mide en el músculo *Longissimus dorsi*, reportando un pH de 5.56-5.71.

Bendall (1973), describió tres fases en el establecimiento del rigor en conejos:

a. Fase de latencia: en esta fase el músculo permanece extensible, igual que en el momento del sacrificio. La duración de esta fase puede ser cero, en animales exhaustos por falta de reservas energéticas.

b. Fase de instauración: se observa una rápida disminución de la extensibilidad.

c. Fase de inextensibilidad: la variación del pH post-mortem puede caracterizarse por su velocidad de caída, la cual está propiciando a la actividad ATP-ásica de la miosina y por su amplitud, que depende de la cantidad de glucógeno degradado o de lactato producido.

2.6.3. Cortes primarios

Blasco y colaboradores (1993) presentan los rasgos precisos a considerar usando una terminología en común respecto a los cortes de la canal de conejo. La canal se pesa desangrada, únicamente con hígado, sin vesícula biliar, y los dos riñones, sin grasa perirrenal.

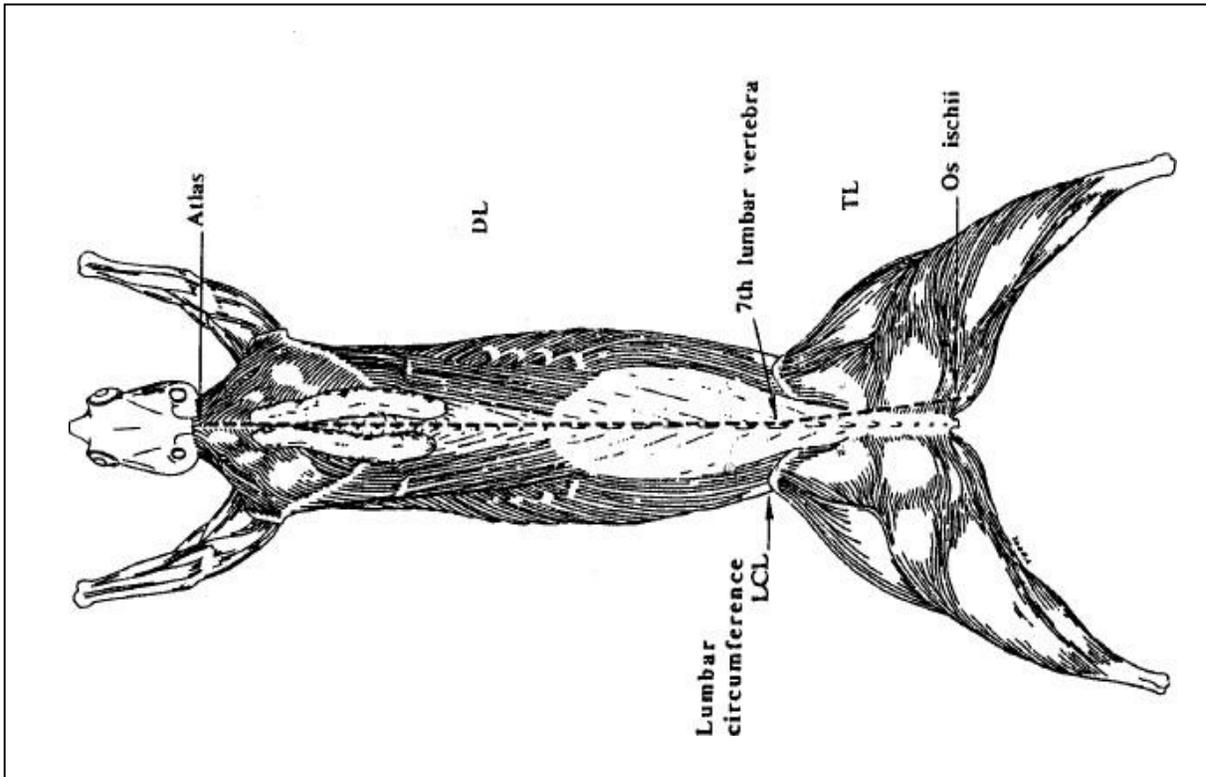
Las medidas lineales (como se muestra en la Figura 5) son:

Longitud dorsal: Intervalo entre la vértebra del atlas y la séptima vértebra lumbar.

Longitud de pierna: Intervalo entre la séptima vértebra lumbar y la parte distal del musculo.

Circunferencia lumbar: Circunferencia de la canal en el nivel de la séptima vértebra lumbar.

Figura 5. Medidas lineales de la canal de conejo.



Los cortes de la canal de conejo mencionados por Blasco y colaboradores (1993) se realizan no solo con el fin de brindar al consumidor la facilidad de poder cocinarlo, sino también se enfoca en los cortes que son útiles para el estudio de las canales de este animal y forma de cierta manera un complemento.

Los cortes (Figuras 6 y 7) son:

Corte número 1. El corte se inicia de entre la séptima y la octava vertebras torácicas, siguiendo la prolongación de las costillas cortando la pared del tórax.

Corte número 2. El corte se inicia de entre la última vertebra torácica y la primera lumbar siguiendo la prolongación de la doceava costilla, cortando la pared torácica.

Corte número 3. Se inicia de entre la sexta y séptima lumbar siguiendo a la pared abdominal de forma transversal a la columna vertebral.

Figura 6. Secciones de corte de la canal de conejo.

Corte número 4. Las extremidades anteriores son desarticuladas

Corte número 5. Separación de las extremidades posteriores.

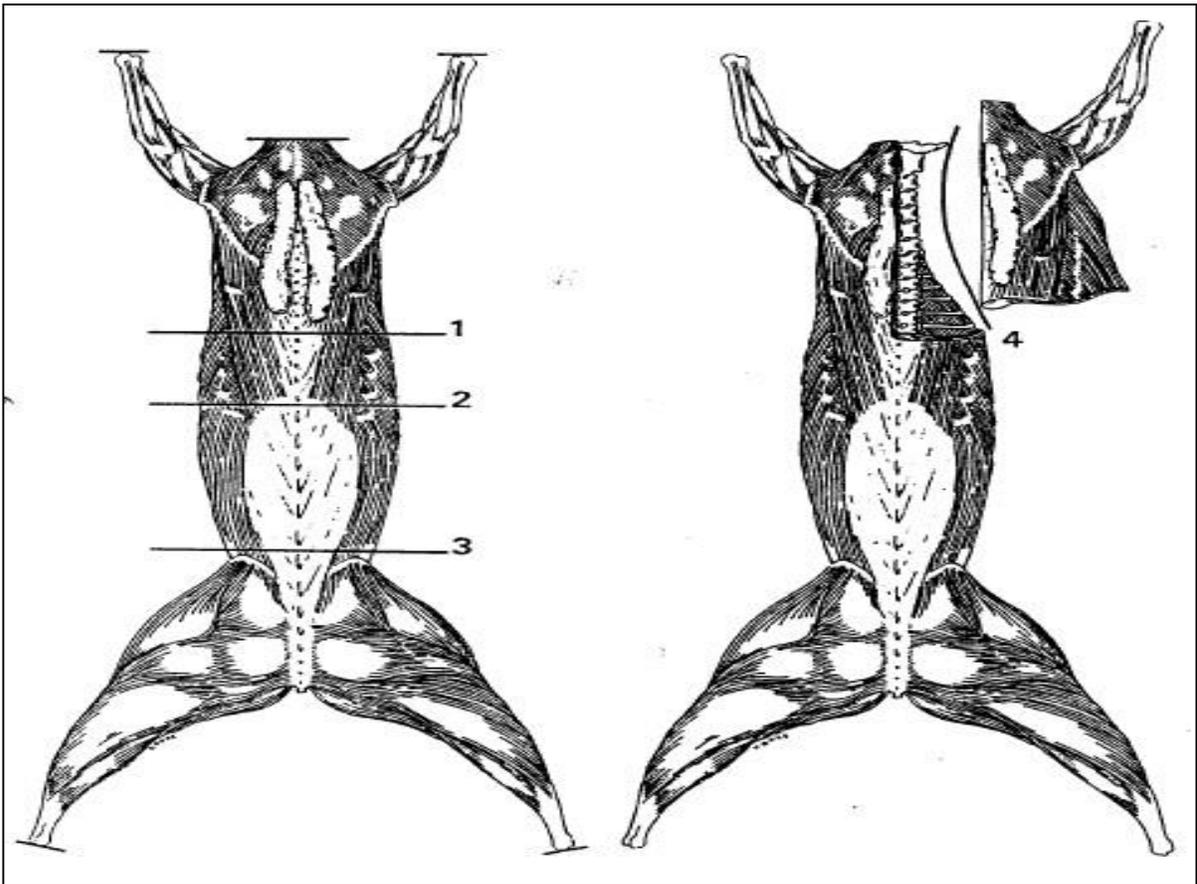
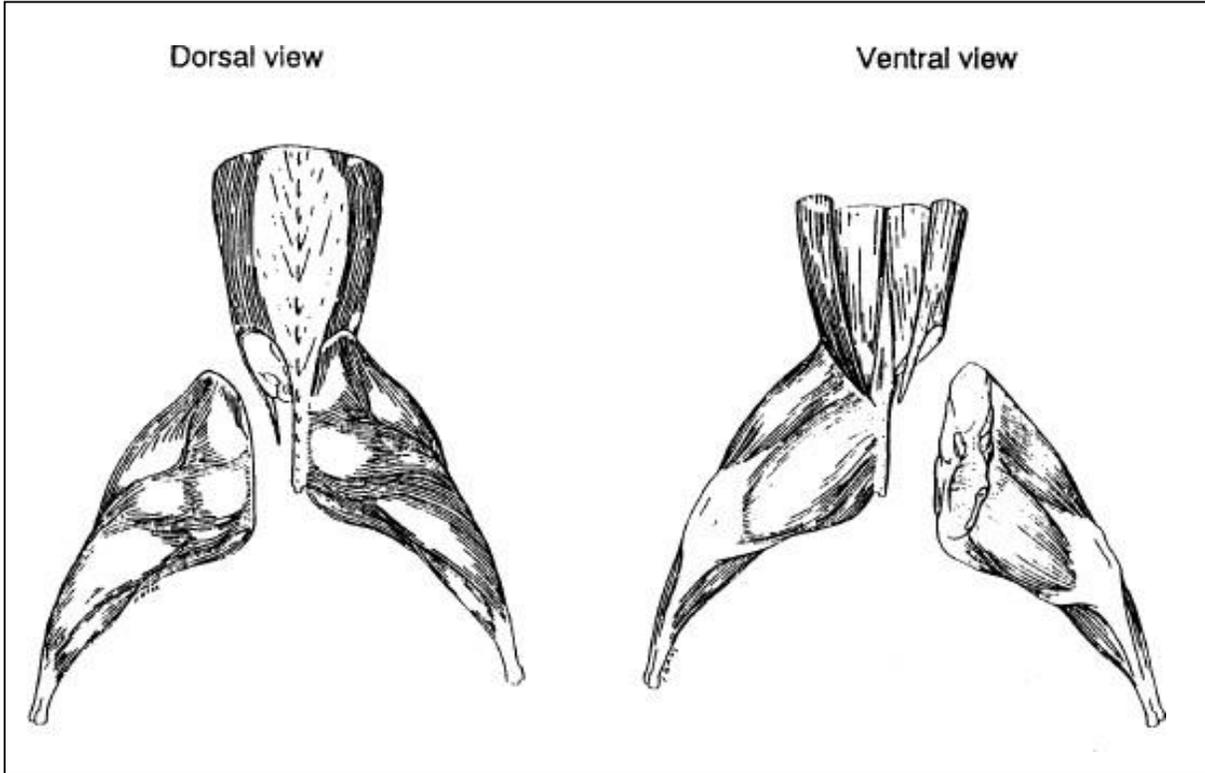


Figura 7. Sección de cortes de extremidades en la canal de conejo.



3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, existe poca información con respecto al requerimiento de minerales en conejos comparados con otras especies como bovinos, ovinos, cerdos y aves. En las casas comerciales donde se elabora alimento para conejos el suministro de minerales en las dietas se da en una premezcla que incluye a los macro y micro minerales.

Los niveles de calcio y fósforo en la dieta varían según la edad, raza, el fin productivo y la composición de la dieta, además de la variación de las condiciones en las que se encuentre el animal. Para conejos en etapa de crecimiento-finalización, varios autores señalan distintos valores que van de 4 a 10 g en el caso de calcio y de 2.2 a 7 g en el caso de fósforo.

Se ha observado que existen minerales de origen inorgánico como el carbonato de calcio, que pueden ser utilizados en las dietas para conejos y aportar calcio principalmente, además es de bajo costo, sin embargo, la digestibilidad de este mineral puede ser baja.

Actualmente, ha tenido gran impacto tomar medidas para evitar la contaminación al medio ambiente, lo que conlleva a reutilizar productos que puedan actuar reduciendo la contaminación. El cascarón de huevo normalmente se desecha una vez que se retira la clara y la yema, siendo una excelente fuente de calcio altamente digestible y biodisponible y que puede ser incluido en las dietas para animales.

Por otro lado, en el interior del tracto digestivo, se pueden formar complejos como son los fitatos, que atrapan principalmente al fósforo y al calcio siendo indigestibles y por lo tanto de esa forma contaminan al medio ambiente. Estudios realizados principalmente en cerdos y aves muestran que la adición de una enzima llamada fitasa de origen microbial puede romper los enlaces entre el mio-inositol y los minerales siendo más digestibles en el tracto gastrointestinal.

Por tal motivo, la inclusión de cascarón de huevo puede ser utilizado como una fuente de calcio altamente digestible y a la vez, la adición de fitasas en dietas para conejos puede reducir la unión entre mio-inositol y minerales incrementando la

digestibilidad de estos minerales y reduciendo la contaminación ambiental, sin afectar el comportamiento productivo ni las características morfométricas de las canales de los conejos.

4. HIPÓTESIS

La inclusión en la dieta de harina de cascarón de huevo de gallina de postura como fuente de calcio y la adición de fitasa microbiana tienen un efecto positivo en el comportamiento productivo y en las características morfométricas de la canal de conejos en etapa de crecimiento-finalización.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar la respuesta productiva, las características de la canal, color y pH de la carne y la relación de tejidos de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa microbiana.

5.2. Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento productivo de conejos en términos de ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa microbiana en la dieta.

Analizar las características morfométricas de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa microbiana.

Comparar el color y pH de la carne de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa microbiana.

Medir la relación de carne-hueso y grasa de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa microbiana.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1. Material biológico: Se utilizaron 65 conejos F1 (Nueva Zelanda X California) con un peso vivo promedio de 900 g, con aproximadamente 40 días de edad, distribuidos en 3 tratamientos y dos blancos (positivo y negativo), cada uno con 13 repeticiones.

6.2. Material alimenticio: Alfalfa, salvado de trigo, sorgo, heno de avena, pasta de soya, melaza, premezcla mineral, fitasa, un núcleo integrado por antibiótico, betaina, *Saccharomyces*, coccidiostato, vitaminas y minerales, compactador, caolín y harina de cascarón de huevo. Esta última fue obtenida después de extraer la clara y yema para el consumo humano; al cascarón le fue retirada la membrana testácea interna para después lavarlo con abundante agua, posteriormente se dejó secar a temperatura ambiente antes de proceder a molerlo con una criba de 4 mm y finalmente meterlo a una estufa de aire forzado durante 24 horas a 120°C como método de desinfección.

6.3. Material de laboratorio: Marcador permanente, bolsas de plástico de diferentes tamaños, cinta adhesiva, balanza, cuchillos, chaira, tablas de plástico, colorímetro, potenciómetro, probetas, contenedores de plástico para medir volumen, cinta métrica, vernier; bata blanca.

6.4. Material de gabinete: Computadora con programas de Microsoft Word, Excel, bolígrafo, marcador permanente, libreta de notas, artículos científicos, revistas, libros.

6.5. Infraestructura: Nave cunícola que cuenta con 10 módulos con capacidad de 12 jaulas para conejos por módulo (siendo utilizadas sólo 62 jaulas), bebederos tipo chupón, comederos tipo J, tinaco de agua.

Material y equipo existente en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne de del Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México.

6.6. Material de limpieza: palas, carretilla, escoba, rastrillo, jabón, cepillos, cubetas y jaladores.

El trabajo se llevó a cabo en el Área Experimental Cunícola ubicada en la Posta Zootécnica de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en el Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México.

El trabajo dio inicio al seleccionar las jaulas, limpiarlas, sopletearlas, colocar comederos y sus respectivas identificaciones; número de jaula, número de conejo y tratamiento.

Posteriormente, se realizó el balanceo de las dietas experimentales mediante el software UFFDA (User's Friendly Feed Formulation Done Again ®) para así continuar con su elaboración en la bodega de alimentos de la posta zootécnica, mismo lugar donde se encuentra la peletizadora, se extendieron las diferentes dietas peletizadas en una superficie limpia para su posterior enfriamiento y al término de este proceso se envasaron e identificaron.

En el Cuadro 5 se muestra las dietas experimentales con valores para la elaboración de 100 kg de alimento. El tratamiento 1 (T1) no incluyó harina de cascarón de huevo ni fitasa, el tratamiento 2 (T2) incluyó cascarón de huevo pero no fitasa, mientras que a los tratamientos T3, T4 y T5 se les adicionó 0.005, 0.010 y 0.015 g de fitasa respectivamente y 0.6 g de cascarón de huevo. El alimento se suministró *ad libitum* durante 28 días. En el Cuadro 6 se muestra la composición química de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 5. Ingredientes usados de las dietas experimentales (%)

Ingrediente	Tratamientos con fitasa				
	T1	T2	T3	T4	T5
Alfalfa	52.1	46.3	46.3	46.3	46.3
Salvado	22.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Sorgo	12.5	14.0	14.0	14.0	14.0
Heno de avena	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Pasta de soya	3.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Melaza	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Premezcla mineral	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cascarón de huevo	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6
Fosfato de calcio	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Núcleo ¹	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Fitasa	0.0	0.0	0.005	0.01	0.015

¹Antibiótico 40g, *Sacaromyces* 50g, Coccidiostato 33g, Vitaminas y Minerales 200g, Betaina 100g, Compactador 300g, Caolín 100g.

Cuadro 6. Composición química calculada de las dietas experimentales.

Componente	Tratamientos con fitasa				
	T1	T2	T3	T4	T5
Energía Digestible(Mcal)/Kg	2.5	2.55	2.55	2.55	2.55
Extracto etéreo (%)	3.09	3.11	3.11	3.11	3.11
Proteína cruda (%)	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
Fibra cruda (%)	18	17	17	17	17
Calcio (%)	0.89	0.9	0.9	0.9	0.9
Fósforo (%)	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64

Después se procedió a seleccionar 65 animales con promedio de peso vivo de 900 g, a una edad aproximada de 40 días. A cada uno de los animales se les colocó el

número en el pabellón auricular, se pesaron y registro el peso, el sexo, el número de jaula y de conejo, y la dieta correspondiente.

Se les ofrecieron 200 g de alimento al inicio del experimento, según el tratamiento, se pesaron un día después del día que se les ofreció por primera vez el alimento, posterior a eso cada semana se volvieron a pesar para poder evaluar la respuesta productiva en términos de: consumo de alimento diario y la ganancia de peso utilizando la siguiente formula:

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Aumento de peso total (g)}}{28 \text{ (duración del experimento)}}$$

El índice de conversión alimenticia (ICA) que refiere a la relación del alimento consumido y el crecimiento del animal en cierto tiempo:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Peso final-Peso inicial (g)}}$$

Y la eficiencia alimenticia (EA) que refiere a:

$$\% \text{ EA} = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Consumo de alimento}} \times 100$$

(De Blas, 1989)

Después de cuatro semanas de alimentación, los conejos fueron llevados a el área de sacrificio donde se tomó el peso vivo de cada uno, se tomó la medida de atlas a la primer vertebra sacra, se midió también la longitud del tórax y después se realizó la matanza. Una vez obtenida la canal, se midió el pH haciendo una incisión en el músculo *Longissimus dorsi* e introduciendo la cuchilla del potenciómetro (HI 99163, HANNA INSTRUMENTS), se pesó la canal caliente, los riñones y el hígado identificando a cada uno. Al finalizar la matanza todas las canales fueron

refrigeradas. Pasadas las 24 horas, se volvió a medir el pH, y se tomó el volumen de cada una de las canales.

Se tomaron medidas lineales a la canal (longitud de la canal, longitud de pierna, perímetro de pierna, cintura, cadera, tórax; ancho de pierna, cintura, tórax y cadera).

Una vez obtenidas las medidas de la canal se realizaron los cortes primarios en las canales de cada conejo.

Cada uno de los cortes fueron pesados y solamente el lomo se utilizó para medir el color de manera objetiva con un colorímetro (CR- 400, Konica Minolta). Una vez tomado el color se procedió a la descarnación, se separó el hueso, la carne y la grasa de cada una de las piezas, se midió el peso de cada uno (hueso, carne y grasa en piernas, hueso, carne y grasa de lomo, etc.), para obtener la relación que existe entre carne, hueso y grasa (Blasco *et al.*, 1993; Ramírez *et al.*, 2004).

7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos para la comparación del efecto en los tratamientos fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar y procesados con análisis de varianza según el procedimiento de modelo lineal general con ayuda del programa estadístico SAS (2002).

Se utilizó el modelo estadístico $Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$, donde, Y_{ij} = variable de respuesta en la j-ésima repetición e i-ésimo tratamiento; μ = media general; T_i = efecto de tratamiento i; ξ_{ij} = error experimental, i.i.d. $N(0, \sigma^2)$.

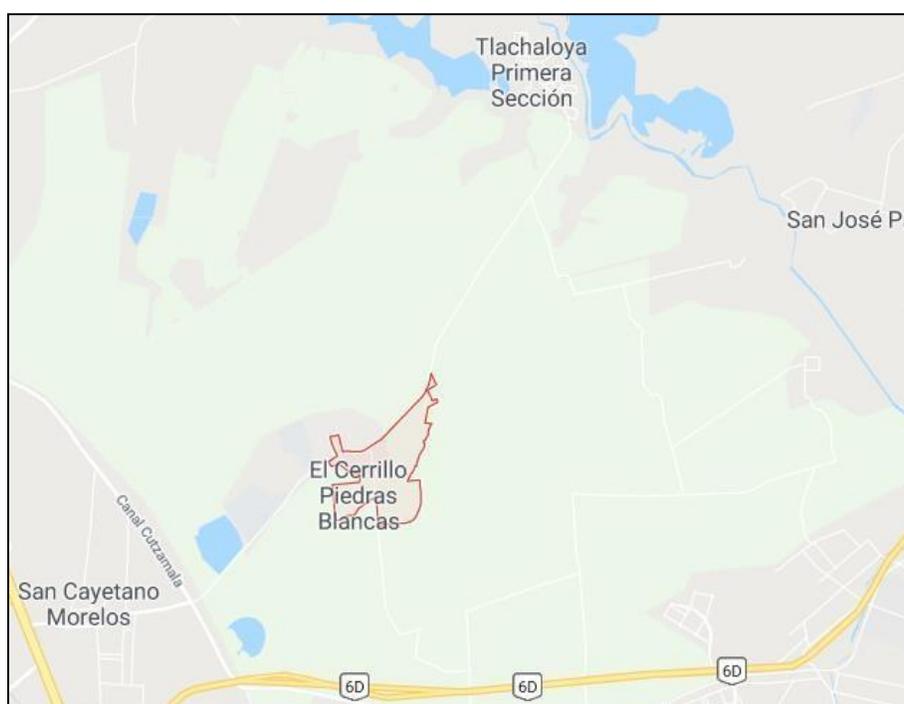
La comparación de medias se realizó mediante el método de Tukey (Steel *et al.*, 1997).

Se realizaron 5 tratamientos con 13 repeticiones cada uno, los cuales se han descrito.

8. LIMITE DE ESPACIO

El trabajo se realizó en el Área de Docencia e Investigación en Producción Cunícola en la Posta Zootécnica de la FMVZ de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca Estado de México, C.P. 50090. Sus coordenadas son; Longitud (dec): -99.679167, Latitud (dec): 19.415833 (Figura 8). La localidad se encuentra a una altura de 2632 metros sobre el nivel del mar su clima es templado sub húmedo con temperatura media anual de 13.7 °C, la precipitación media anual varía de 1,000 a 1,200 mm; las heladas son de 80 a 140 días en la época fría (INAFED-SEGOB, 2010).

Figura 8. Ubicación geográfica del Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México.



Fuente: Google maps.

Los análisis para la evaluación instrumental de las canales de conejos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne del Departamento de Nutrición Animal de la misma Facultad.

9. LIMITE DE TIEMPO

El estudio, en la fase experimental de campo se realizó en los meses de septiembre a noviembre de 2017, mientras que los análisis de laboratorio, así como los análisis y procesamiento de la información para la obtención de resultados se realizaron durante los meses de Enero a Octubre de 2018.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1. Comportamiento productivo

En el Cuadro 7 se muestra el comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa, en donde se observó que el consumo de alimento total, la ganancia de peso total, la conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia fueron similares ($P>0.05$) entre los tratamientos aplicados. Cerca del 99% del calcio absorbido se encuentra presente en huesos y dientes en forma de cristales de hidroxapatita, mientras que el resto se encuentra cumpliendo diversas funciones en el organismo, tal es el caso de la contracción muscular, señalización intracelular, transmisión nerviosa, contracción vascular y vasodilatación (Ross *et al.*, 2011).

Cuadro 7. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor_P [¶]
	T1	T2	T3	T4	T5		
Consumo (g)	3958.6	4018.1	3924	3642.9	3793.5	194.09	0.66
GDP (g) ²	35.31	31.71	32.66	30.62	32.19	2.79	0.79
CA ³	4.205	5.574	4.434	4.595	4.808	0.58	0.49
EA ⁴	0.247	0.214	0.24	0.232	0.233	0.016	0.7
PVI (g) ⁵	901	907.3	888.5	904.5	890	21.79	0.962
PVF(g) ⁶	2093.9	2003.1	2000.5	1970	2093.1	82.33	0.731

¹EEM: error estándar de la media,

²GDPT: ganancia de peso total, ³CA: conversión, alimenticia, ⁴EA: eficiencia alimenticia, ⁵PVI: Peso vivo inicial, ⁶PVF: Peso vivo al sacrificio.

[¶]No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$).

En la actualidad no existen estudios en los cuales se haya suplementado cascarón de huevo en dietas para conejos como fuente de calcio. Kamran *et al.* (2016),

realizaron un experimento en donde se evaluó el comportamiento productivo y la calidad de la carne bajo diferentes regímenes de alimentación de conejos autóctonos en la etapa de finalización y observaron el consumo diario de alimento de 86 g, con una ganancia diaria de peso de 16.75 g y una conversión alimenticia de 5.13. Los parámetros antes mencionados fueron mayores en cuanto al consumo de alimento y ganancia diaria de peso, mientras que la conversión alimenticia fue menor en el presente estudio, esto puede deberse a que la raza utilizada en el presente trabajo ha sido mejorada para la producción de carne. Un estudio realizado por Nirat *et al.* (2011), en el cual se utilizó cascarón de huevo como fuente de calcio en dietas de gallinas ponedoras (un total de 144 gallinas divididas al azar en 3 grupos) el grupo número 1 o control recibió carbonato de calcio en forma de piedra caliza fina, en el grupo número 2 el 50% del carbonato de calcio fue sustituido por cascarón de huevo molido, en el grupo número 3 el 100% de carbonato de calcio fue sustituido por cascarón de huevo molido. Como resultado de esta evaluación se obtuvo que el cascarón de huevo como fuente de calcio no afectó el rendimiento productivo, la fertilidad, incubabilidad, calidad de los pollitos y la estructura fina de la cascara de huevo. Por lo que se observa, que la inclusión de cascarón de huevo en dietas para aves y conejos no influye en las características productivas ni en la calidad de la carne.

Eiben *et al.* (2008), estudiaron la influencia de la enzima fitasa en dietas para conejos en crecimiento. Un total de 300 conejos con 35 días post destete fueron asignados de manera aleatoria en tres grupos, de los cuales en el primer grupo fue el testigo en el que se adicionó 0.24% de fosfato mono cálcico (MCP) más 1000 FTU/Kg de fitasa de *Aspergillus niger*, en el segundo grupo se redujo a un 0.10% de MCP sin adición de fitasa, mientras que el tercer grupo no incluyó MCP pero sí 1000 FTU/Kg de fitasa. Los resultados que se obtuvieron en el estudio no mostraron diferencias en la conversión alimenticia, ganancia de peso y peso al sacrificio. En el presente estudio, al igual que en el realizado por Eiben *et al.* (2008), no se encontró diferencias entre los tratamientos. Por lo tanto, la inclusión de fitasa, en dietas para conejos de engorda no mostró efecto alguno en los parámetros productivos evaluados.

10.2. Características morfométricas

En el Cuadro 8 se presentan los valores medios de las variables de peso de la canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento de la canal y volumen de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa; se observó que los pesos de las canales caliente y fría, rendimiento de la canal y el volumen de la canal no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. Listrat *et al.* (2016), refieren que la estructura del musculo esquelético es aproximadamente un 90% de fibras musculares, compuesto principalmente por proteínas (actina, triponina, tripomiosina, miosina) y el resto es tejido conectivo y adiposo. En la composición bioquímica del musculo, el agua representa un 75%, de 1-10% de grasa, 1% de glucógeno y cerca de un 20% de proteínas.

Cuadro 8. Pesos, rendimiento y volumen de la canal de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor_P [¥]
	T1	T2	T3	T4	T5		
PCC (g) ²	1023.5	942.6	1012.0	929.5	980.3	45.35	0.504
PCF (g) ³	949.2	901.5	963.5	874.5	941.5	44.81	0.624
RC (%) ⁴	45.1	44.6	45.7	44.1	45.1	1.23	0.962
Volumen (mL)	914.6	902.3	947.0	874.1	919.2	50.14	0.906

¹EEM: Error estándar de la media.

²PCC: Peso canal caliente, ³PCF: Peso canal fría, ⁴RC: Rendimiento de la canal.

¥No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$).

Pérez *et al.* (2018), evaluaron los parámetros productivos en conejos, además realizaron el pesaje de la canal caliente y el rendimiento de la canal. Utilizaron 48 conejos cruzas de las razas California X Nueva Zelanda X Mariposa con un peso promedio de 1165.2 g, a 35 días de edad. El peso vivo a la matanza del grupo control fue de 2166.2 g, el peso de la canal caliente 1198.7 g y el rendimiento de la canal fue

de 59.8 %, estos valores son superiores a los obtenidos en el presente trabajo lo cual se puede atribuir al genotipo de conejos utilizado, además la época del año pudo influir ya que el estudio de Pérez *et al.* (2018), se realizó en los meses de mayo a agosto (época de primavera-verano), en comparación con el presente estudio que fue realizado en los meses de octubre a noviembre (otoño), cuando la temperatura ambiental comienza a disminuir, lo cual puede influir en un aumento en el gasto de energía para mantenimiento del conejo y mantener su temperatura corporal. Pinna *et al.* (2004), realizaron un estudio de las medidas lineales en las canales de conejos nueva Zelanda blancos X California, donde, además, analizaron algunas características de la canal como los pesos en caliente y frío, los conejos tuvieron un peso inicial de 493 g a 28 días de edad y un peso vivo a la matanza de 2167 g a los 77 días de edad. Los valores obtenidos en las variables fueron; 1294 g para el peso de la canal caliente y 1179 g para el peso de la canal fría, estos valores son superiores a los obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede deberse a que el periodo de tiempo en la fase de experimentación fue mayor, aunado al porcentaje de proteína empleado en su dieta fue mayor al utilizado en el presente trabajo. Broer (2008) menciona que en el intestino delgado existen transportadores los cuales pasan los nutrientes del interior del intestino hacia el torrente sanguíneo, estos tienen cierta especificidad, por ejemplo, los transportadores B^{0+} , b^{0+} , y^+ y y^{+L} son específicos para nutrientes con carga positiva, siendo que dietas con mayor contenido de proteína elevan la cantidad de absorción de aminoácidos con carga positiva compitiendo con el calcio.

En el Cuadro 9 se muestran las medidas morfométricas de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa, en donde se observó que la longitud de la canal, longitud de pierna, el perímetro de pierna, perímetro de cadera, perímetro de cintura, perímetro del tórax, ancho de pierna, ancho de cintura, ancho de cadera y ancho de tórax fueron similares ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Pérez (2018) reportó que en conejos de la raza Nueva Zelanda, el máximo crecimiento longitudinal del hueso finaliza al llegar a un peso vivo aproximado de 2200 g.

Existen pocos estudios en los que se han realizado mediciones lineales en canales de conejo, sin embargo sí existen las mediciones lineales en conejos vivos para la caracterización de las razas, como muestran (Dalle *et al.*, 2012).

Otro estudio realizado por Pinna *et al.* (2004), muestra las medidas lineales de longitud de la canal con un valor de 26.9 cm, longitud de la pierna 16.5 cm y ancho del tórax con 9 cm. Estos valores fueron mayores en longitud de la pierna y el ancho del tórax, mientras que en la longitud de la canal fue menor con respecto al presente trabajo, esto puede ser atribuible a que el porcentaje de proteína brindado en la dieta de Pinna *et al.* (2004), fue mayor que el suministrado en el presente trabajo.

Cuadro 9. Evaluación morfométrica (cm) de la canal de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor P [‡]
	T1	T2	T3	T4	T5		
Long. canal	33.2	33.0	33.3	32.4	33.4	0.508	0.67
Long. pierna	15.9	16.1	16.2	16.0	16.2	0.245	0.82
Perím. pierna	16.6	16.9	17.2	16.2	16.4	0.464	0.60
Perím. cadera	23.6	22.7	24.2	23.2	23.6	0.509	0.36
Perím. cintura	17.2	16.7	17.4	16.9	17.4	0.434	0.73
Perím. tórax	22.6	22.1	22.6	22.4	22.8	0.390	0.72
Ancho pierna	9.7	6.6	7.0	6.4	6.5	1.589	0.48
Ancho cintura	5.4	5.1	5.3	5.2	5.2	0.153	0.67
Ancho tórax	6.8	6.9	6.7	6.7	6.5	0.240	0.80
Ancho cadera	7.5	7.4	7.5	7.3	7.5	0.165	0.88

¹EEM Error estándar de la media.

[‡]No se observaron diferencias significativas (P>0.05).

En el Cuadro 10 se muestra el peso de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa, en donde se observó que el peso de brazos, piernas, tórax y lomo fueron

similares ($P>0.05$) entre los tratamientos aplicados. El mayor porcentaje de calcio que absorbe el animal sirve para el crecimiento y mineralización del hueso, y un porcentaje menor (2 %) se encuentra distribuido en los tejidos desempeñando funciones metabólicas, las cuales no se ven reflejadas en el crecimiento de la masa muscular, lo que se observa en el presente trabajo.

Cuadro 10. Pesos (g) de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor P [¶]
	T1	T2	T3	T4	T5		
Brazos	262.2	248.6	264.2	246.0	262.1	12.48	0.756
Piernas	346.3	329.9	350.9	324.3	340.2	15.76	0.754
Tórax	139.8	142.5	122.5	126.9	130.2	16.42	0.900
Lomo	177.4	155.6	192.3	161.0	187.1	21.47	0.573

¹EEM: error estándar de la media.

[¶]No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$).

Yalcim *et al.* (2006) analizaron las características de la canal y la carne de conejos, machos y hembras, de la raza Nueva Zelanda, sacrificados a las 11 semanas de edad, se reportó 308.6 g del peso de la pierna y 196.9 g para el peso del lomo y la pared abdominal. El valor del peso de la pierna fue menor con respecto al presente trabajo, sin embargo en el peso del lomo y la pared abdominal fue mayor, lo cual puede deberse a la raza usada, la edad del animal a la matanza, además de que no existe como tal una categorización donde se indiquen los límites para cada uno de los cortes en la canal de conejo.

En el Cuadro 11 se muestran las evaluaciones de los índices de color y pH a dos tiempos (45 min. y 24 h post sacrificio) de la carne de conejos en finalización alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa; se observó que los valores de claridad L*, rojo a*, amarillo b*, croma C* y tono H*, así como los promedios de pH a 45 min y 24 horas fueron similares ($P>0.05$) entre los tratamientos aplicados. Ramírez *et al.* (2004), refieren que el color de la carne

está asociado a la concentración de mioglobina y al suministro sanguíneo del musculo.

Cuadro 11. Color y pH de la carne de conejos en finalización alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor P*
	T1	T2	T3	T4	T5		
L*	61.36	61.5	60.8	58.59	61.79	1.41	0.509
a*	4.313	4.44	4.276	4.945	4.942	0.437	0.6767
b*	6.529	6.461	6.545	6.547	6.994	0.486	0.934
C*	7.816	7.896	7.874	8.249	8.606	0.604	0.863
H*	56.71	55.25	57.27	52.48	55.39	1.85	0.437
pH 45min	8.075	8.148	8.054	8.057	7.953	0.087	0.624
pH 24h	6.69	6.72	6.753	6.688	6.739	0.059	0.922

¹EEM: error estándar medio

*No se observaron diferencias significativas (P>0.05).

Ramírez *et al.* (2004), estudiaron el efecto de la selección por tasa de crecimiento sobre bioquímica, calidad y características de textura de la carne de conejos donde midió el color de la carne de los conejos seleccionados, obteniendo los siguientes valores de cada una de las variables; L* 50.17, a* 5.86, b* 2.85, C* 6.58, H* 0.45 y un pH de 6.02. Los valores ya mencionados muestran ser superiores en las variables de a* e inferiores para L*, b*, C* y H* en comparación con el presente trabajo. Las diferencias presentadas pueden deberse a que los animales que Ramírez *et al.* (2004) utilizaron en su experimento fueron una línea sintética previamente seleccionada.

En el Cuadro 12 se muestra la composición tisular de los cortes primarios de las canales de los conejos en términos de la cantidad de carne, grasa y hueso; se observó que los valores fueron similares (P>0.05) entre los tratamientos aplicados para estas variables analizadas.

Gondret *et al.* (2006) analizaron la composición de la canal, las propiedades mecánicas óseas y la calidad de la carne por efecto de la tasa de crecimiento en conejos; se realizaron cortes a la canal y se dividió en tres partes, delantera, media y trasera, además se midió la cantidad de grasa perirrenal y escapular, y la cantidad de carne en cada corte. Los valores (%) obtenidos en el tratamiento de la línea baja, comparados con los obtenidos en este trabajo, resultaron ser superiores en el porcentaje de carne con un 82.7%, mientras que en el caso de grasa, el porcentaje resulto ser menor con un valor de 2.28%. Estas diferencias pueden deberse al tipo de unidad experimental seleccionada por cada uno de los autores, además, el porcentaje de proteína cruda de la dieta suministrada por Gondret *et al.* (2006), fue de 16.5%, superior al utilizado en la dieta del presente trabajo.

Cuadro 12. Contenido (g) de carne, grasa y hueso de los cortes primarios de las canales de conejos alimentados con dietas complementadas con harina de cascarón de huevo y fitasa.

Variable (Corte)	Tejido	Tratamientos con fitasa					EEM ¹	Valor P [‡]
		T1	T2	T3	T4	T5		
	Carne	264.7	252.3	264.4	246.2	258.6	12.92	0.82
Piernas	Grasa	17.2	17.5	14.2	12.3	17.7	3.61	0.78
	Hueso	49.2	50.7	56.8	53.7	48.9	2.84	0.28
Brazos	Carne	158.9	160.7	160.8	154.7	155.1	10.28	0.98
	Grasa	24.6	20.1	29.8	22.4	27.4	3.29	0.28
	Hueso	47.6	47.5	52.4	52.2	47.1	3.36	0.65
Tórax	Carne	79.0	69.7	74.5	67.3	76.3	5.55	0.54
	Grasa	8.7	4.2	6.5	3.4	12.1	2.7	0.16
	Hueso	12.9	10.6	11.7	11.3	14.6	1.8	0.56
Lomo	Carne	157.7	151.6	163.2	142.2	147.8	9.8	0.64
	Grasa	31.9	24.1	34.9	24.1	33.3	3.5	0.10
	Hueso	16.5	18.1	18.7	17.5	17.7	4.1	0.53

¹ EEM: error estándar medio

[‡]No se observaron diferencias significativas (P>0.05).

Martino *et al.* (2004), realizaron un estudio con un total de 174 conejos de la línea Pannon Ka, se evaluaron las características de la canal de conejos con diferentes plataformas multiniveles, en el cual dividió a las canales en tres partes; además, midieron la grasa perirrenal y escapular, los valores registrados fueron 80.90% de carne y 1.31% de grasa, siendo para carne mayor que el obtenido en el presente estudio y la grasa menor para el valor obtenido. Las diferencias encontradas entre estos estudios pueden deberse a la diferencia de razas y líneas utilizadas en ambos experimentos, además de que el porcentaje de proteína cruda fue mayor en el trabajo realizado por Martino *et al.* (2004), quienes utilizaron una jaula grande para alojar en pequeños grupos a los conejos, mientras que en el presente trabajo cada animal fue separado en jaulas individuales.

11. CONCLUSION

La inclusión de harina de cascarón huevo de gallina y fitasa exógena en dietas para conejos en engorda puede sustituir al fosfato de calcio sin afectar el comportamiento productivo, las características de la canal, el rendimiento de los cortes primarios y su composición tisular.

12. LITERATURA CITADA

- Acosta A y Cardenas M. (2006): Enzimas en la alimentación de las aves. Fitasas. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. (40):4. 377.
- Applegate T.J., Jaern B.C., Nassbaun D.L. y Angel, R. (2003): Water soluble phosphorous in fresh broiler litter is dependent upon phosphorous concentration fed but not on fungal phytase supplementation. Poult Sci. 82: 1024.
- Blasco, A. Ouhayoun, J. Masoero, G. (1993): Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbits Science. Italia 1(1), 3-10.
- Buxade C. (1996): Zootecnia, Bases de la producción animal, Tomo X. Editorial mundiprensa, Madrid.
- Carabaño R. y Piquer J. (1998): The digestive system of the rabbit. En: The nutrition of the rabbit. CAB International. Pp: 1-16.
- Castañeda M.T. y Stechina D.E. (2013): Alternativa Ecoeficiente para el Aprovechamiento de Cáscara de Huevo, Residuo Derivado de la Industria de Ovoproductos. XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Concordia, Argentina 1-6.
- Cavani C., Bianchi M., Lazzaroni C., Luzi F., Minelli G., Petracci M. (2000): Influence of type rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. 7th World Rabbit Congress, Valencia, 567-572.
- Chapin R.E. y Smith S.E. (1967): Calcium requirement of growing rabbits. Journal of Animal Science, 26:67-71.
- Clauss M., Bulongirger B., Liesegang A., Del Chicca F., Kaufmann-Bart M., Riend B., Haßsig M. y Hatt M. (2011): Influence of diet on calcium metabolism, tissue calcification and urinary sludge in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.

- Dalle, Z.A., Paci, G., Sartori A. (2012): Morphometric Characteristics Of Dwarf Rabbits: Effects Of Age And Gender. 10th World Rabbit Congress. September 3 – 6. Sharm El- Sheikh – Egypt, 843-846.
- De Blas J.C., Garcia J., Carabaño R. (2002): Avances en nutrición de conejos. Revisión a las principales peculiaridades sistema digestivo de los conejos, que son reponsables, entre otras causas de la complejidad de esta producción. XXVII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Madrid, España.
- De La Torre A., Debiton E., Juaneda P., Durand D., Chardigny J. M., Barthomeuf C., Bauchart D., y Gruffat D. (2006): Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. *Br J Nutr* 95: 346-352.
- Dihigo L.E. (2006): Avances en los estudios de fisiología digestiva del conejo en Cuba con el uso de fuentes de alimentos no tradicionales. Consideraciones fisiológicas. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico.
- Eckermann-Ross C. (2008): Hormonal regulation and calcium metabolism in the rabbit. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 11:139–152.
- Eeckhout, W.; De Paepe, M., (1994): Fósforo total, fósforo fítico y actividad fitasa en alimentos vegetales. *Anim. Feed Sci. Technol*, 47 (1-2): 19-29.
- FAO/WHO (2002): Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Ontario, Canada, 1-1.
- FEDNA. (2018): Fuentes de calcio. Consultado en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/fuentes-de-calcio.

- García J., Gidenne T., Falcao E Cunha L. y de Blas J.C. (2002): Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Animal Research* 51:165–173.
- Gidenne T. (2002): Role of Dietary Fibre in Rabbit Nutrition and Digestive Troubles Prevention. II Congreso de Cunicultura de las Américas. Memorias. La Habana. Cuba. pp 47.
- Gómez D.L. (2011): Cuantificación de Calcio en soluciones caseras que contienen cáscara pulverizada de huevo de gallina (*Gallus gallus*). Tesis de licenciatura, Facultad De Ciencias Químicas Y Farmacia. Universidad De San Carlos De Guatemala.
- Gondret, F. y Bonneau, M. (1998): Mise en place des caractéristiques du muscle chez lapin et incidente sur la qualite de la viande. *INRA proa. Anim*, 11:335-341.
- Gondret, F., Larzul, C., Combes, S., y Rochambeau, H. (2005): Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits. *J. Anim. Sci.* 83:1526-1535.
- Greiner R, Farouk AE. (2007): Purification and characterization of a bacterial phytase whose properties make it exceptionally useful as a feed supplement. *Protein J*, 26:467-74.
- Halls A.E. (2010): Nutritional Requirements for Rabbits. *tric Nutritionist Shur-Gain*, Nutreco Canada Inc.
- Harcourt B. F. (2010): Diseases Related to Calcium Metabolism in Rabbits. *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings*.
- Hulot, F y Ouhayoun, J. (1999): Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World rabbit science*, 7:15-36.
- Hutchison, M. L., Gittins, A. et al. (2003): Washing table eggs: a review of the scientific and engineering issues. *World Poult. Sci. J.* pp: 233-248.

- INRA (1989): L'Alimentation des Animaux Monogastriques: Porc, Lapin, Volailles, 2nd ed. INRA, Paris, Cedex, France, pp. 281.
- Irlbeck, N.A. (2001): How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract". *Journal Animal Science*, 79:343-346.
- Johnson, C. (2006): *Anatomy and Physiology of the Rabbit and Rodent Gastrointestinal System*.
- Kamran, K., Sarzamin, K., Rajwali, K., Asad, S., Nazir, A.K. y Naseer, A. (2016): Growth performance and meat quality of rabbits under different feeding regimes. *Trop Anim Health Prod*.
- Kerovuo, J. (2000): A novel phytase from *Bacillus*. Characterization and production of the enzyme. Faculty of Science of the University Academic Dissertation of Helsinki. Finlandia.
- Lebas, F. (2004): Reflections on rabbit nutrition with special emphasis on feed ingredients utilization. En: Becerril, C.M. y Pro, A. (eds) *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla. Colegio de Postgraduados, Montecillo, España, 686–736.
- Lebas, F. (1989): Besoins nutritionnels des lapins: revue bibliographique et perspectives. *Sci.*, 5:1-28.
- Lebeer, S., Vanderleyden J. y De Keersmaecker S.C. (2010): Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: comparison with commensals and pathogens. *Nature Reviews Microbiology*, 8(3):171-184.
- Liebert F., Wecke C. y Schöner F.J. (1993): Enzyme use in soy-based diets. *Proc. 1st Symposium on Enzymes in Animal Nutrition*. Eds. C. Wenk y M. Boessinger. Karthause Ittingen, Suiza, 202.
- Lucock M. (2004): Is folic acid the ultimate functional food component for disease prevention? *BMJ* 328: 211-214.

- Mancini R. A., Hunt M. C. (2005): Current research in meat color. *Meat Sci.* 71, 100-121.
- Marounek M., Brenova N., Suchorska O. y Mrazek J. (2009): Phytase activity in rabbit caecal bacteria. *Folia Microbiologica* 54:111–114.
- Martino M., Mattioli S., Farkas P., Szendrő Zs., Dal Bosco A., Ruggeri S., Matics Zs., Castellini C., Gerencsér Zs.. (2016): Carcass Traits y Meat Quality Of Growing Rabbits In Pens With y Without Different Multilevel Platforms. *World Rabbit Sci.*, 24: 129-138.
- Mateos G. y De Blas C. (1998): Feed formulation. En: De Blas, C. y Wiseman, J. (eds) *The Nutrition of the Rabbit*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Mora D. (2010): Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Agronomía Mesoamericana* 21(2):357-366.
- Moran E. (2004): Use of exogenous corn-soybean meal enzymes to relieve food pathogen infections in broilers. *Arkansas Nutrition Conference Proc.*
- Nicodemus N., Garcia J., Carabano R. y de Blas, J.C. (2002) Effect of inclusion of sunflower hulls in the diet on performance, disaccharidase activity in the small intestine and caecal traits of growing rabbits. *Animal Science* 75:237–243.
- Nirat Gongruttananun. (2011): Effects of Using Ground Eggshells as a Dietary Calcium Source on Egg Production Traits, Hatching Performance and Eggshell Ultrastructure in Laying Hens. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 45:209 – 220.
- NRC (1977): *Nutrient Requirements of Rabbits*. National Academy of Science, National Research Council, Washington, DC, USA.4.
- Olagnero G., Abad A., Bendersky S., Genevois C., Granzella L., Montonati M. (2007). *Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos*

- Functional foods: Fiber, Prebiotics, Probiotics and Simbiotics. *DIAETA*, 25(121):20-33.
- Omi N., Ezawa I. (1998): Effect of eggshell Ca on preventing of bone loss after ovariectomy. *Journal of Home Economics Japan*, 49(3): 277-282.
- Orengo O. y Gidenne T. (2007) Feeding behavior and caecotrophy in the young rabbit before weaning: An approach by analysing the digestive contents. *Applied Animal Behaviour Science* 102:106–118.
- Pérez, M., García, V.S., Soto, S.S., Zepeda, B.A., Ayala, M.M. (2018): Parámetros productivos de conejos alimentados con diferentes partes de la planta *Tithonia tubaeformis*. *Abanico Veterinario* ISSN 2448-6132.
- Pérez, P. Mendiburu, Z. (2010): Cirugía periapical con cascara de huevo y plasma rico en plaquetas como implante óseo. *Rev. Nal Odontol. Mexico* 2(X): 14-18.
- Pinna W., Marongiu M.L., Sedda P., Moniello G., Nizza A., Piccolo G. (2004): Linear Measurements Of Carcasses As A Tool To Improve The Evaluation Of The Rabbit Meat Production. 8th World Rabbit Congress. September 7-10, Puebla, México.
- Ramírez T.J. (2004): Características bioquímicas del musculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis doctoral. España.
- Rebollar P.G. y Mateos G.G. (2000): Avances en nutrición y alimentación animal, el fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. Departamento de producción animal. ETSIA, UPM.
- Redrobe S. BSc (Hons), BVetMed, CertLAS, CertZooMed, MRCVS (2002): Calcium metabolism in rabbits. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 11(2):94-101.
- Roberfroid MB. (2005): Introducing inulin-type fructans. *Br J Nutr. Suppl* 1:S13-25.

- Roberfroid, M.B. (2000): Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. *Am J Clin Nutr*, 71: 1660S-1664.
- Rosas R., Gómez N.O., Tomás E., Hernández A., Dorantes J.D., Garcia B., Vázquez G.A. (2018): Valorización de Cáscaras de Huevo Como Suplemento de Calcio en Pasta Tipo Fettuccine. <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/2878Texto%20del%20art%C3%ADculo-11587-1-10-20171204.pdf> (20 de Agosto 2018).
- Ross, C., Taylor, C., Yaktine L., y Del Valle B. (2011): Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. National Academies Press. Washington.
- Sarmiento R. (2006): Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *ORINOQUIA*, 10(1):16-23.
- Sauveur, B. (1989): *INRA Producción Animal*. 2:343-351.
- SENASA (2015): Subproductos. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/industria/productos-subproductos/subproductos> (18 de agosto 2018).
- Sierra S.M. (2006): Evaluación de los cortes comerciales en canal de conejo; mediante la determinación del Ph, terneza y color en las razas Nueva Zelanda Blanco (Nz), Chinchilla (Ch) y Californiano en Corpoica Tibaitata. Universidad de la Salle. Bogota.
- Stadelman, W.J. (2000): Eggs and egg products. In: Francis, F.J. (Ed.), *Encyclopedia of Food Science and Technology*, 2a ed. John Wiley & Sons, New York, 593–599.
- Suguro N., Horiike S., Masuda Y., Kunou M., Kokubu T. (2000): Bioavailability and commercial use of eggshell calcium, membrane proteins and yolk lecithin products. In J. S. Sim, S. Nakai, & W. Guenter (Eds.), *Egg nutrition and biotechnology*. New York: CABI, 219–232.

- Swick R.A., Cheeke P.R. y Patton, N.M. (1981): The effect of soybean meal and supplementary zinc and copper on mineral balance in rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, 4:57–65.
- Trocino A., García J., Carabaño R., Xiccato G. (2012): Role Of Soluble Fibre In Diets For Growing Rabbits: A Review. 10 th World Rabbit Congress. September 3 – 6. Sharm El- Sheikh, Egypt. 453- 471.
- Valdés F.J. (2009): La cáscara del huevo: ¿desecho o valor agregado para la salud humana y la producción avícola? Una experiencia cubana. *Rev Cubana Aliment. Nutr.*, 19(1):84-102.
- Valencia G., Roman M. Cardona S. (2011): El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(1): 104-116.
- Van den Driessche M. y Veereman W.G. (2002): Functional foods in pediatrics. *Acta Gastroenterol Belg*, 65: 45-51.
- Vincent, J.B., Crowder, M.W. & Averill, B.A. (1992): Hydrolysis of phosphate monoesters: a biological problem with multiple chemical solutions. *Trends Biochem. Sci.* 17:105.
- Yalçın, S. Onbaşılılar, E.E. y Onbaşılılar, İ. (2006): Effect of Sex on Carcass and Meat Characteristics of New Zealand White Rabbits Aged 11 Weeks. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19(8):1212-1216.
- Zimmermann B., Lantzsch H.J., Langbein U., Drochner W. (2002): Determination of phytase activity in cereals grains by direct incubation. *J Anim Physiol. A Anim Nutr.* 86:347-352.