



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

**Impacto de la implementación de jaulas modificadas en las
características físico-químicas de la carne de conejo.**

Tesis

Que para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista

Presenta

Laura López Guerrero

Directora:

Dra. María Concepción Méndez Gómez Humarán

COMITÉ TUTORAL

Directora

Dra. María Concepción Méndez Gómez Humarán

Sinodales

Dra. Ma. Del Carmen Salazar Piñón

MSIA. Elba Orozco Estrada

Dr. José Guadalupe Gómez Soto

Dra. Juana Elizabeth Elton Puente

Dirección General de Bibliotecas UAQ

DEDICATORIAS

A mis papás, por ser parte de cada uno de mis logros, por dejarse la vida para que tenga todas las oportunidades que he tenido, por su amor inconmensurable; porque sin ellos nada, para ellos todo.

A mis hermanos, por cuidarme siempre y estar a mi lado en cada paso que doy.

A Paola, por su amor que me hace luchar, por venir conmigo a esta vida y jamás soltarme.

A Adolfo, por su amor que no abandona, por ser parte de todo esto, también va por ti.

A la Dra. Conchita porque esto es de las dos.

A todas las personas que alguna vez han creído en mí.

“Nunca sabrás lo que es estar en la cima de la montaña,
si jamás has visitado el más profundo de los valles”

AGRADECIMIENTOS

Al grupo colegiado “Alimentación, Sociedad y Salud” por su gestión y financiamiento del presente proyecto.

A la Unidad Cunicola de la Universidad Autónoma de Querétaro (ARCUN), liderado por el Dr. José; por las facilidades y el apoyo para que este proyecto pudiera llevarse a cabo.

A la Dra. Conchita, con todo mi respeto y cariño, por su invaluable e incondicional apoyo durante la realización del proyecto y tesis; por su amistad, por ser parte de mi crecimiento académico y personal.

A la Dra. Carmen y su familia, por su apoyo e interés durante la realización del presente proyecto.

En general, a todo el comité tutorial, por su valiosa participación.

Al MVZ Miguel, por cuidar de mis conejos, alimentarlos, y ayudarme siempre que lo necesite

A Pato, Ricardo y Viri, por su apoyo durante la realización del proyecto, también por su apoyo moral.

A los alumnos de los diferentes semestres que apoyaron durante la matanza y la toma de muestras.

A mis amigas, por escucharme y aguantar cada uno de mis dramas, por acompañarme en la carrera y hacer todo mucho más divertido.

A los conejos que fueron parte de este proyecto, gracias por su vida que me hizo dar un paso en la mía.

A la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Querétaro.

RESUMEN

Durante el presente estudio se buscó demostrar que el bienestar animal y la producción están correlacionados positivamente, ya que actualmente el hablar de bienestar animal genera controversia, creyéndose que afecta negativamente los niveles de producción.

La presente investigación, encontró que la implementación de jaulas enriquecidas en producciones convencionales de conejo, favorece el bienestar animal y por lo tanto la calidad de la carne, lo anterior se demostró mediante la evaluación de distintos factores como la ganancia de peso final, encontrando que los conejos engordados en jaulas enriquecidas (p 1.98 kg), obtuvieron una mayor ganancia de peso a comparación de los conejos engordados en jaulas convencionales (p 1.95 kg), colocándose por arriba de la media obtenida para los dos tipos de jaula; para lo que corresponde al rendimiento en canal, se demostró que las canales de los conejos engordados en jaulas enriquecidas tuvieron un porcentaje mayor que las canales de conejos engordados en jaulas convencionales (1%); respecto a los resultados de la medición del pH 24 horas después de la matanza, se encontraron niveles de pH de 6.2 para las canales de los conejos criados en jaulas enriquecidas y un pH de 6.3 para las canales de los conejos criados en jaulas convencionales, demostrando la presencia de Bienestar Animal durante la engorda; en relación a la Capacidad de Retención de Agua (CRA), los resultados arrojados por el presente estudio fueron los mismos para la carne de los conejos engordados en jaulas convencionales y jaulas enriquecidas con un 2% de CRA, encontrándose dentro de lo normal para la especie.

Se evidenció que la implementación de Bienestar Animal en producciones convencionales de conejos favorece, en un principio, la salud de los animales, seguido de la producción en cuanto a calidad del producto, lo que favorece al productor y, por último, al consumidor, atendiendo así a las necesidades sociales de consumir alimentos de origen animal, donde el sufrimiento de estos sea el mínimo.

INDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Revisión de literatura.....	2
	2.1 Origen Del Conejo.....	2
	2.2 Etología Del Conejo.....	2
	2.2.1 Alimentación y hábitos nutritivos.....	2
	2.2.2 Eliminación de eyecciones.....	2
	2.2.3 Desplazamiento y movimientos.....	3
	2.2.4 Actitudes exploratorias.....	3
	2.2.5 Reproducción.....	3
	2.2.6 Termorregulación.....	3
	2.2.7 Aseo y acondicionamiento del pelo.....	3
	2.3 Bienestar Animal.....	3
	2. 4 Buenas Practicas.....	5
	2.4.1 Manejo.....	5
	2.4.2 Parámetros Ambientales.....	6
	2.4.3 Alojamiento.....	7
	2.5 Cunicultura En México.....	7
	2.6 Infraestructura.....	9
	2.6.1 Galpón.....	9
	2.6.2 Jaulas.....	9
	2.6.3 Iluminación.....	10

2.6.3.1 Duración del periodo diario de luz/oscuridad.....	10
2.6.3.2 Luz.....	10
2.6.4 Superficie Mínima Por Animal.....	11
2.7 Ciclo De La Coneja.....	11
2.8 Carne De Conejo.....	12
2.8.1 Composición proximal de la carne de conejo.....	12
2.8.2 Estructura Musculo Esquelética.....	12
2.9 Conversión De Musculo A Carne.....	12
2.10 Calidad De Carne.....	14
2.10.1 Factores determinantes de la calidad de carne.....	14
2.10.2 Factores con influencia sobre la canal y características de calidad de la carne de	15
2.10.2.1 Factores con efecto moderado.....	15
2.10.2.1.1 Técnicas de crianza.....	15
2.11 Características Fisicoquímicas De La Carne.....	15
2.11.1 pH.....	15
2.11.2 Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	16
2.11.2.1. Medición de la Capacidad de Retención de Agua	16
III. Justificación.....	18
IV. Hipótesis.....	18
V. Objetivos.....	19
5.1 Objetivo General.....	19
5.2 Objetivos Específicos.....	19
VI. Metodología.....	20

6.1 Localización Del Área De Estudio.....	20
6.2 Duración Del Estudio.....	20
6.3 Método.....	20
6.3.1 Elaboración de jaula modificada.....	21
6.3.2 Análisis físico-químico de la carne.....	21
VII. Resultados.....	23
7.1 Jaula enriquecida.....	23
7.2 Peso.....	23
7.3 Temperatura y Humedad	25
7.4 Rendimiento en Canal	25
7.5 Bienestar Animal	26
7.6 pH	27
7.7 Capacidad de Retención de Agua	28
VIII. Conclusión.....	30
IX. Bibliografía.....	31

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Sujeción de conejos adultos	5
Imagen 2 Sujeción de gazapos	5
Imagen 3 Índice ITH	6
Imagen 4 Jaula enriquecida	23
Imagen 5 Conejos durante la engorda	26
Imagen 6 Conejos durante la engorda	26
Imagen 7 Conejos durante la engorda	26
Imagen 8 Conejos durante la engorda	26

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Condiciones óptimas durante la engorda respecto a la etapa reproductiva	10
--	----

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Proporción de hembras y machos por tipo de jaula	22
Gráfica 2 Peso inicial por sexo	23
Gráfica 3 Peso final por sexo	23
Gráfica 4 Peso inicial por tipo de jaula	24
Gráfica 5 Peso final por tipo de jaula	24
Gráfica 6 Rendimiento en canal por tipo de jaula	26
Gráfica 7 Peso de pierna de acuerdo al tipo de jaula	27
Gráfica 8 Diferencia de pH 24 hrs después de la matanza por tipo de jaula	27
Gráfica 9 % de Capacidad de Retención de agua por tipo de jaula	28

INDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1 Factores de la calidad de carne	14
---	----

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario está cambiando vertiginosamente, debido a las tendencias mundiales de globalización, internacionalización de mercados y acuerdos comerciales multinacionales. Uno de los temas emergentes en este escenario es el bienestar animal (Zapata, 2002).

El bienestar animal es un concepto complejo, ya que involucra el cumplimiento de varios estados. Fraser (1995), lo describe como multidimensional, puesto que integra a la salud, la comodidad, la expresión de comportamientos, entre otros criterios, como ejes para su monitoreo. Su estimación, por tanto, resulta de la evaluación de características directas, propias de los animales, e indirectas, relacionadas con el ambiente en que se desenvuelven (Manteca, 2005).

A nivel mundial, varios son los sectores involucrados en el tema. Los consumidores son el primer grupo, puesto que exigen, alimentos de mayor calidad, siendo capaces de relacionar este concepto, con la productividad y el bienestar animal (Rojas *et al.*, 2005).

La necesidad de alimentos es creciente en el mundo y nuestro país no es ajeno a esa situación. La producción de conejos para consumo de carne se presenta como una opción para ampliar y complementar la oferta cárnica en el mundo (Oliva *et al.*, 2005).

En México la carne de conejo es muy apreciada por su precio accesible, su sabor y calidad, convirtiéndose en una alternativa en la alimentación como fuente de proteína en la población más vulnerable (SENASICA, 2015).

Actualmente, para los consumidores tiene mayor importancia la calidad de la carne que la cantidad de la misma (Alonso *et al.*, 2013). Existen numerosos factores a nivel de la granja con un impacto significativo en la producción de carne y la calidad de ésta; sin embargo, se reconocen tres factores como los más significativos: la raza del animal; el sistema de alimentación y los factores de estrés a los que el animal es sometido (Paredi *et al.*, 2013)

En función a la demanda tan diversa, la calidad de carne tiene diferentes definiciones; además, se sabe que está influenciada por diversos factores en los que se incluyen las condiciones ambientales en la etapa de crianza. En general, la calidad de carne incluye muchos aspectos, tales como el valor de pH, la grasa intramuscular, el color, la capacidad de retención de agua, la terneza, la jugosidad y el sabor. Calidad de carne es un tema complejo y aún más, ser evaluado por un solo parámetro; lo que representa un nuevo desafío para las empresas como para los científicos, el mejorar el rendimiento de producción, tanto como la calidad de carne y así satisfacer la creciente demanda de los consumidores de carne de alta calidad (Guo *et al.*, 2012)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DEL CONEJO

El origen y la evolución de los conejos es difícil de rastrear, debido a que sus huesos son pequeños y frágiles y con frecuencia son destruidos o reacomodados por los depredadores. Los registros fósiles trazan el orden *Lagomorpha* en el periodo Eoceno tardío hace unos 45 millones de años. Los lepóridos (conejos y liebres), parecen tener su origen en la Península Ibérica y el sur de Francia. Los lagomorfos modernos consisten en dos familias (*Leporidae* y *Ochotonidae*), con 12 géneros. Todas las razas de conejos actuales son descendientes del conejo silvestre europeo, *Oryctolagus cuniculus* (McNitt *et al.*, 2000).

2.2 ETOLOGIA DEL CONEJO

Los conejos manifiestan una serie de hábitos, que los definen de manera evolutiva, afectadas o modificadas según se hallen en semilibertad o libertad, actitudes que quedan condicionadas cuando están en cautividad. Dichas actitudes son:

2.2.1 Alimentación y hábitos nutritivos

El conejo tiende a tomar el alimento, haciéndolo numerosas veces al día, de 20 a 25. El pienso es tomado con los labios y masticado inmediatamente. Para beber, aspira el agua e inmediatamente la deglute (Samoggia, 1985).

2.2.2 Eliminación de eyecciones

Los conejos producen dos tipos de eyecciones, una a base de heces duras y esféricas, ricas en fibra bruta de un diámetro de 1 cm y otras blandas, más pequeñas de 4 a 5 mm, que toman directamente del ano, sobre todo en las últimas horas de la noche y primeras de la mañana. Con respecto a la orina, los conejos tienden a efectuar en una zona determinada (zona húmeda).

2.2.3 Desplazamiento y movimientos

Los conejos en libertad disponen de una gama de movimientos mucho más amplia que cuando viven en jaulas. Resulta muy característica, la actitud de excavar, con rápidos movimientos de las extremidades anteriores, actitud más típica de las hembras que de los machos. Este comportamiento es para la creación de sus madrigueras.

2.2.4 Actitudes exploratorias

El conejo debe de conocer bien su entorno para sentirse seguro, para ello pone en marcha una serie de actitudes cuando es situado en un nuevo ambiente. Olfatea todo, acude a los límites del espacio y lo marca con las glándulas odoríferas del mentón. En actitud vigilante, orienta los pabellones auriculares hacia delante, con el cuerpo estirado (Samoggia, 1985).

2.2.5 Reproducción

El conejo tiene diversas épocas en las que aumenta la actividad sexual. La coneja ovula por influjo de la monta, presentando fases de mayor (estro), o menor aceptación. Si la coneja está en celo y acepta al macho, manifiesta una elevación del rabo y una dorsiflexión lumbosacra moderada, actitud que suele provocar y acentuar la proximidad del macho (Samoggia, 1985).

2.2.6 Termorregulación

Esta operación varía según la edad. Los recién nacidos tienen su neutralidad térmica de 34°C a 35°C durante la primera semana y a 32°C y 33°C en la segunda. Los conejos tienen poca capacidad para defenderse del calor. Cuando están en libertad prefieren la sombra. En frío el conejo tiende a acurrucarse formando una bola, erizando el pelo y plegando las orejas sobre el dorso (Samoggia, 1985).

2.2.7 Aseo y acondicionamiento del pelo

El conejo emplea una gran parte de su día para asearse, se lame, mordisquea y se acicala el pelo. A veces se rasca con las extremidades posteriores (Samoggia, 1985)

2.3 BIENESTAR ANIMAL

Al intentar definir bienestar animal se encuentra que la explicación surge de manera compleja y de forma variada. Sin embargo, la mayoría de las diferentes posturas pueden resumirse en los siguientes enunciados (Fraser, 1997):

El bienestar animal se relaciona con las emociones que experimentan los animales. Duncan (1996), se refiere al bienestar animal como la ausencia de sensaciones negativas, es decir, ausencia de sufrimiento, y presencia de sensaciones positivas denominadas placer. La evaluación de sensaciones puede verificarse por medio de

pruebas indirectas, basadas en las preferencias y la motivación, pero resultan subjetivas si no son confirmadas por otros exámenes relacionados con el funcionamiento biológico.

El bienestar animal puede ser definido en términos de funcionamiento biológico. Esto es, cómo el animal responde al ambiente donde se encuentra (Broom, 1986). La evaluación de esta definición resulta ser objetiva y cuantitativa, ya que mide tanto, los cambios fisiológicos (por ejemplo, por aumento del cortisol sérico), clínicos y productivos, como los producidos en las conductas a través de la manifestación de estereotipias. Y, por último, el bienestar animal se considera mejor en la medida que la similitud es mayor entre los comportamientos realizados por los animales en un entorno natural y uno artificial.

A la hora de evaluar el bienestar animal, se puede notar que estas aproximaciones son complementarias (Manteca, 2005), y es este enfoque integrador, el que define el Consejo de Bienestar de Animales de Granja (FAWC, 1993), a través de las llamadas “cinco libertades” (Manteca, 2005):

- Libre de hambre y sed (nutrición adecuada): a través de un fácil acceso a agua limpia y a una dieta capaz de mantener un estado de salud adecuado.
- Libre de incomodidad física y térmica: facilitando un ambiente protegido y con áreas de descanso cómodas.
- Libre de lesiones, enfermedades y dolor (sanidad adecuada): con esquemas preventivos, diagnósticos y tratamientos oportunos.
- Libre de expresar un comportamiento normal: para lo que se requiere una infraestructura adecuada, con espacio suficiente y animales de su misma especie para interactuar.
- Libres de miedo y angustia: evitando condiciones de sufrimiento psicológico

El bienestar animal no sólo se refiere a la salud física, sino también al estado de su mente y a la satisfacción del animal (Hewson, 2003).

2.4 BUENAS PRÁCTICAS

2.4.1 Manejo

Al ser animales de presa, los conejos tienen una actitud esquivada, por lo que hay que manipularlos mediante previo aviso. Es recomendable que el contacto sea frecuente,

tranquilo y desde muy pequeños por lapsos muy cortos de tiempo, para evitar el miedo y la reacción de escape.

Para la sujeción, no se les debe de tomar por las orejas sino del pliegue de la piel entre los hombros, y con la otra mano se toma el cuarto trasero, dejando que las patas traseras descansen allí, como se muestra en la imagen 1. Cuando se lo devuelve a la jaula se hace de modo contrario, primero se apoya los cuartos traseros y luego se suelta la parte delantera del animal.



Imagen 1. Sujeción de conejos adultos.

Fuente: Motta *et al*, 2012.

En el caso de los gazapos se recomienda tomarlos desde el cuarto trasero, como se demuestra en la imagen 2.

Este modo de manipulación es importante por el bienestar general del conejo y también en los momentos previos a la faena para evitar hematomas en la canal (Ernestina *et al*, 2005).



Imagen 2. Sujeción de gazapos

Fuente: Ortiz *et al*, 2012

2.4.2 Parámetros Ambientales

La temperatura ideal en las naves es de 16 a 22 grados centígrados, sin embargo, es importante considerar que de acuerdo con la etapa fisiológica la temperatura puede variar. En ninguna circunstancia la temperatura bajará de 10 grados centígrados ni sobrepasará los 30 grados centígrados. El calor excesivo disminuye el consumo de alimento, la fertilidad de las hembras y el libido de los machos.

La humedad relativa (nivel de vapor de agua presente en el aire), de los alojamientos se halla comprendida entre el 60 y el 70 %. Con una humedad relativa muy alta se favorece que se humedezca el pelo del conejo, el que se propague más fácilmente una tiña, una rinitis contagiosa. Por el contrario, si la humedad relativa es excesivamente baja (inferior al 50 por ciento), el pelo del conejo se halla muy seco y existe una mayor concentración de polvo en el local, con lo cual puede aumentar la cantidad de gérmenes patógenos presentes en el aire (SENASICA, 2015). En la siguiente imagen 3, se muestra la relación entre temperatura y humedad relativa o índice de temperatura y humedad (ITH), en la que el conejo presenta estrés calórico y el nivel de este.

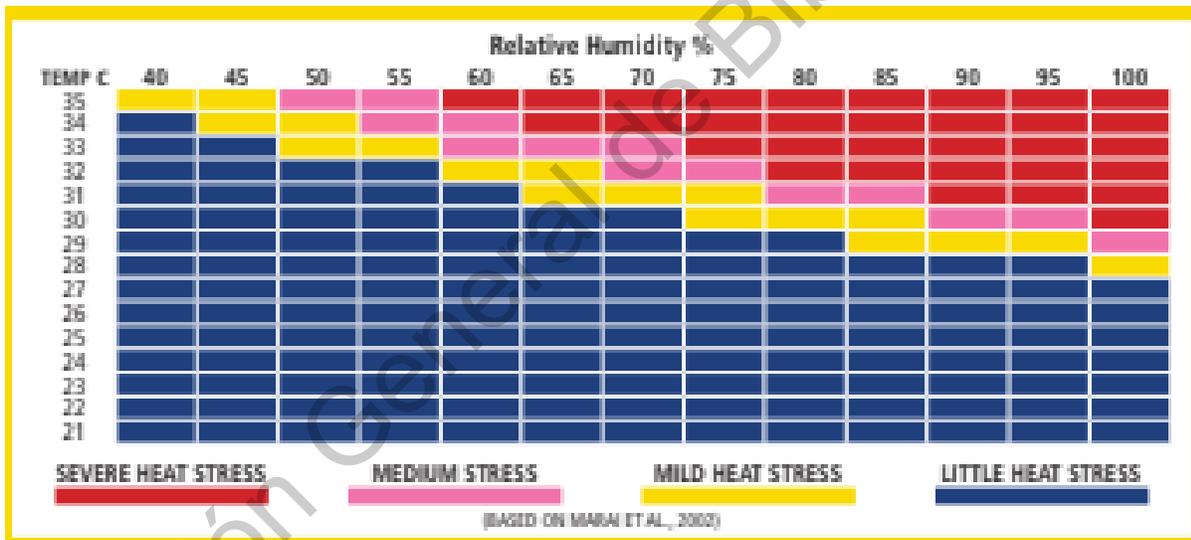


Imagen 3. Índice de temperatura y humedad (NFACC, 2018).

2.4.3 Alojamiento

En principio es importante destacar que las características genéticas y fenotípicas del animal deben ser adecuadas para la cría en cautiverio, por lo que es recomendable utilizar razas y/o sus cruza, adaptables o adaptadas al mismo. Por lo anterior también, es fundamental que el conejo tenga su espacio para desarrollar sus actividades como: saltar, asearse, cavar, explorar, jugar, masticar y roer, etc. Existen diferentes manifestaciones que indican si el conejo goza o no de bienestar, la observación de estas

es fundamental. Entonces es importante que los conejos tengan el espacio necesario para que puedan desarrollar con normalidad su vida durante la estadía en el criadero. Para ello, es recomendable que en el alojamiento posean la mayor altura posible, con un mínimo de 75 cm (eso es lo más difícil de conseguir). Por lo general las jaulas de machos y hembras en reproducción, la altura mínima de 50 cm sería ideal (Xiccato y Troncino, 2006), con un ancho mínimo de 35 cm y una longitud mínima de 65 cm. Para hembras con camada y engorde se incrementa la longitud mínima a 75 cm. (Mora X. 2013).

2.5 CUNICULTURA EN MEXICO

En México, la relación entre el hombre y la naturaleza siempre fue muy estrecha y caracterizada por una mezcla de temor, respeto y misticismo. Los animales eran vistos como elementos propios de la naturaleza con espacios propios, necesidades específicas y como partes constitutivas de un universo en equilibrio. La cultura Olmeca, propia, es denominada la “Cultura Madre” por haber influido significativamente en todas las culturas, Zapoteca, Mayas, Toltecas y Aztecas, y en todas ellas se atribuye al conejo una connotación mágica-religiosa. Los Olmecas aparentemente intentaron la domesticación del conejo *Sylvilagus*. Esta suposición la han formulado los arqueólogos al observar y analizar las ruinas de Cacaxtla, Tlaxcala (Carrasco, 1994).

El conejo se consume desde la época prehispánica (*tochtli*, conejo en náhuatl), sin embargo, la especie tal como se conoce actualmente fue introducida por los colonizadores españoles, la actividad se desarrolló en el sistema de traspatio y la producción se destina para autoconsumo (Mendoza, 2001). Durante la colonia, la época post-independentista y posrevolucionaria se sabe poco del desarrollo de esta actividad. La producción cunícola está encaminada a la obtención de carne y piel, para lo cual se utilizan conejos de las razas California, Nueva Zelanda y Chinchilla, que cuando llegan a la madurez alcanzan en promedio un peso de 3 a 5 kg (Mendoza, 2013).

La cunicultura como actividad pecuaria se comenzó a desarrollar en la década de 1960 gracias a que la Secretaría de Agricultura y Ganadería inició con programas para la cría de conejos de razas especializadas como la California (Magaña, 1993).

En el país la cunicultura se impulsó desde principios de la década de 1970 por medio de un programa de fomento gubernamental, la producción aumentó hasta 1981. A finales de 1988 se detectó la presencia de la enfermedad hemorrágica viral (EHC o VHD), por tal motivo sufrió un decaimiento en la producción y comercialización de la carne, para erradicar la enfermedad las autoridades sanitarias realizaron una campaña con base en cuarentena, inspección, matanza, desinfección y sobrevigilancia (Olivares *et al.*, 2009).

A partir de 1995 el país se declaró libre de la enfermedad hemorrágica del conejo por lo que la actividad resurgió en las unidades de producción pequeñas (de auto consumo o

de traspatio), que se dieron a la tarea de explorar y abrir vías nuevas de mercadeo (Mendoza, 2001).

Actualmente la producción de carne de conejo se encuentra distribuida a lo largo de todo el territorio nacional. El Estado de México es la segunda entidad federativa productora de carne de conejo, el INEGI 2007 estima que el número de unidades de producción rural con actividad de cría y producción de animales en la entidad alcanza una cifra de 222,597 toneladas (INEGI, 2007).

En México, la demanda *per cápita* de carne de conejo solo llega alrededor de los 40 gramos. Según la FAO (2007), México ocupa el décimo lugar como productor, con 4 200 toneladas.

2.6 INFRAESTRUCTURA

En general, la ubicación del galpón o caseta debe realizarse en un terreno de fácil drenaje, firme y plano. De buena ventilación (pero con cortinas que cuide del viento fuerte y en su defecto contar con extractores y ventiladores), accesos y provisión de agua. Las instalaciones dependerán del tipo de producción y/o tamaño que se quiera manejar. Sin embargo, todos deben cumplir con buena calidad de materiales, que sean de fácil limpieza y no dañinos o tóxicos con el animal (como son acero inoxidable o plástico sanitario) (Olivares *et al*, 2015).

2.6.1 Galpón

La orientación del galpón o nave o conejar, depende directamente del clima donde se decida instalar. Se recomienda que, los rayos del sol den en la menor superficie posible del galpón, por lo que la orientación será de este a oeste. Por el contrario, en climas fríos, la orientación adecuada será de norte a sur para lograr captar la mayor parte de los rayos solares del día. El piso del galpón puede ser de tierra o de cemento, con una inclinación del 3% para la limpieza y para retener las deyecciones se requiere de charolas (recolectoras de excremento y orina). Claramente la ventaja del piso de cemento es la rápida y fácil limpieza y desinfección del galpón. Es fundamental que cuente con un adecuado declive hacia la zona de desagüe (3%). Las paredes podrían ser de madera, malla metálica o ladrillo, con lonas. La última es la más ventajosa en cuestión de control de plagas como roedores. La distancia entre galpones debe ser del doble del ancho del galpón. Este último, así como el total de las dimensiones de este dependerán del tipo de jaula a utilizar. Las dimensiones promedio para 100 madres sería de 6.5 metros por 20 metros de largo y 2.20 metros de altura en su parte más alta. Para el almacenaje del alimento debe existir una habitación a parte al igual que ocurre con los productos sanitarios. Ambos con la correspondiente limpieza y desinfección (Oliva *et al*, 2015).

2.6.2 Jaulas

En términos generales, es indispensable que las mismas posean piso enrejado, el cual permita el pasaje de las deyecciones. Que sean de un tamaño que aloje a las razas grandes sin inconvenientes, que provean buena ventilación, que sean de materiales durables y que no absorban humedad y sean de fácil limpieza y desinfección. En cuanto a los comederos y bebederos, deberán quedar fuera del alcance de las deyecciones de los conejos para un mejor manejo y salubridad del galpón. En cuanto a los primeros, es recomendable que sean tipo tolva en chapa galvanizada (para mejor limpieza y desinfección), con perforaciones en la parte inferior para que pueda salir el polvillo del balanceado y tapa superior para que no se humedezca ni se ensucie. En cuanto a los bebederos, es recomendable tipo niple o chupete, mediante el cual el animal tiene libre acceso al agua y evita la contaminación con el alimento o deyecciones. Se recomienda que los caños para el transporte del agua sean de plástico opaco para evitar la aparición de algas. En cuanto a los nidales, la sugerencia es inclinarse por los de material plástico o chapa galvanizada, ya que son más duraderos y de fácil desinfección y limpieza. Asimismo, cabe destacar que los de plástico son los más recomendables ya que retienen mejor el calor, necesario para las primeras etapas de vida de los gazapos. Existen variados tipos de jaulas. se puede hablar de jaulas bajo galpón o tinglado y al aire libre. Las jaulas bajo galpón más conocidas son de tres modelos: Flat Deck, California y de batería. Con respecto a las jaulas que se utilizan al aire libre, son de cemento y necesitan una orientación que les provea sol en la mañana. Se utilizan cortinas de árboles de hoja caduca para mejor protección (Oliva *et al*, 2015).

2.6.3 Iluminación:

Afecta los resultados productivos por lo tanto hay algunas indicaciones a considerar. En el caso de las hembras en producción la alternancia en horas de luz y oscuridad tendría impacto sobre la tasa de aceptación al macho. Cuando los días se están alargando (como ocurre en nuestro hemisferio desde el 21/6 hasta el 21/12), aumenta la receptividad de las hembras y por ende el número de gestaciones. Cuando la duración de los días se va acortando (2/12 hasta 21/6) disminuye la fertilidad con las consecuentes repercusiones en la producción. Esta situación puede ser sorteada por medio de la aplicación de un programa de iluminación artificial. Los parámetros por considerar para reproductores (machos y hembras) son los siguientes:

2.6.3.1 Duración del periodo diario de luz/oscuridad

Debe ser de 16 hs de luz y 8 hs. de oscuridad. Por ejemplo, programar el encendido de las lámparas de 6 a.m. hasta las 22:00 p.m.

2.6.3.2 Luz

Debe ser de 4-6 voltios/m² en luz incandescente y 3-4 en fluorescente, tonalidad de la luz: día.

Paredes pintadas de blanco de manera de reflejar la luz, superficies grises o sucias limitan la reflexión.

Limpieza cada 2-3 meses de focos o pantallas.

Distribución lo más homogénea posible de los puntos de luz.

En el caso de los conejos de engorde no habría impacto de las horas de luz: oscuridad y con 8 hs de luz diarias se cumplirán sus requerimientos, además con solo 1-2 voltios/m² de luz fluorescente sería suficiente para no tener impactos negativos sobre la producción (Oliva *et al*, 2015).

2.6.4 Superficie mínima por animal

Se establece con el fin de asegurar el suficiente nivel de oxígeno de estos y permitir el movimiento de los animales dentro de las jaulas. En función del tipo de jaula que se utilice quedará determinado el número de conejos por jaula en la categoría de engorde. En tanto los reproductores machos y hembras, como así también los animales de reposición se alojan en general en forma individual. Con una jaula de 40 cm de ancho por 90 cm de largo, se alcanza la mínima superficie por animal para las categorías de madres y reproductores (Oliva *et al*, 2015).

En el siguiente cuadro 1, se especifican la temperatura, la humedad relativa, las horas de luz y la superficie por animal óptimas para el confort de los animales (cuadro 1).

CATEGORÍA	TEMPERATURA OPTIMA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	HORAS DE LUZ	SUPERFICIE (M ² / ANIMAL)
Engorde	18-22	60-80	8	0.08
Reproductores	14-18	60-80	8-16	0.3
Madres	16-20	60-80	16	0.3
Reposición	16-18	60-80	8	0.2

Cuadro 1. Condiciones óptimas durante la engorda respecto a la etapa reproductiva

Fuente: Oliva *et al.*, 2015

2.7 CICLO DE LA CONEJA

El parto deberá desarrollarse en calma y en buenas condiciones de higiene. La coneja no necesita la asistencia del cunicultor durante el parto. El control de los nidos deberá

hacerse tan pronto como sea posible después del parto. Esta operación, sencilla y sin riesgo para los gazapos, puede practicarse después del parto a condición de alejar a la madre durante la misma. El criador retirará los muertos y las envolturas fetales que la madre no haya consumido. Tan pronto como se compruebe el parto, la coneja se alimentará a discreción, porque necesita nutrirse mucho. El agua potable es muy

importante en los días que preceden y que siguen al parto. La coneja da de mamar a sus gazapos una vez al día, generalmente por el mañana temprano. La mortalidad entre el nacimiento y el destete sigue siendo importante; una tasa del 15- 20% es corriente en los criaderos europeos y es difícil hacerla descender por debajo del 10%. Es conveniente inspeccionar los nidos todos los días para retirar los animales (Lebas *et al*, 1996).

2.8 CARNE DE CONEJO

2.8.1 Composición proximal de la carne de conejo

La composición proximal de la carne de conejo demuestra que es rica en proteínas (alrededor del 22% cuando se considera el lomo y la carne de patas traseras). Junto con su alto contenido de proteínas, ésta contiene altos niveles de aminoácidos esenciales. La proporción de carne magra es relativamente constante (73.0 ± 2.3 g de agua y 21.5 ± 1.4 g de proteína/100 g de carne) con una tendencia decreciente de la parte media (lomo) a la parte trasera y luego a la parte delantera de la canal. El corte más magro de la carne en la canal es el lomo, con un contenido de lípidos promedio de 1.8/100 g de carne, mientras que la porción con más grasa son las patas anteriores con un contenido promedio de lípidos de 8.8/100 g (Dalle-Zotte y Szedró, 2011).

Por otro lado, la carne de conejo ofrece valores moderadamente altos en energía (de 603 Kj/100 g en el lomo a 899 Kj/100 g en las patas delanteras), que depende principalmente de su alto contenido de proteína, lo que representa el 80% del valor energético. La carne de conejo no contiene ácido úrico y tiene bajo contenido de purinas (Dalle-Zotte y Szedró, 2011).

2.8.2 Estructura músculo esquelética

El tejido muscular puede clasificarse en tres tipos fundamentales: músculo liso, músculo cardíaco y músculo estriado o esquelético.

Los músculos esqueléticos están compuestos de haces de fibras musculares envueltas en tejido conectivo (Ramírez, 2004).

Dichas fibras musculares son células largas, estrechas y multinucleadas, que miden desde unos pocos a varios centímetros de longitud (García, 2015).

2.9 CONVERSIÓN DE MÚSCULO A CARNE

Al igual que con otros tejidos biológicos, la calidad de la carne como alimento está condicionado por sus funciones biológicas y la pérdida de homeostasis durante la conversión del músculo en carne. Considerada como un todo, la imagen biológica del músculo es la de un tejido dinámico altamente especializado que proporciona los requerimientos necesarios para la contracción individual en una gran diversidad de entornos (Fennema, 2000).

Unos de los aspectos más ampliamente investigados del proceso “músculo a carne”, es el metabolismo *post-mortem*. A medida que el animal muere y los latidos del corazón cesa, el flujo sanguíneo se detiene y la oxigenación muscular cae. Por lo tanto, el metabolismo del músculo *post-mortem* se vuelve forzosamente anaerobio y la glucólisis es la vía para proporcionar energía antes de que ocurra el rigor. Bajo condiciones anaeróbicas, el piruvato se convierte en lactato en los tejidos musculares, lo que resulta en la caída del pH y la acidificación del músculo. Las enzimas glucolíticas se encuentran entre las proteínas más abundantes en el músculo y, además de la fosforilación, se sabe que juegan un papel importante en la modulación de su actividad (D’Alessandro y Zolla, 2013).

El ATP (trifosfato de adenosina), se genera, principalmente, a través de la vía glucolítica de la glucosa almacenada en forma de glucógeno durante la conversión *post-mortem* del músculo a carne. Por un proceso natural, el lactato, que es el producto final de la glucólisis se acumula en el músculo debido a la detención de la circulación sanguínea. Si la distribución de fibras glucolítica es predominante en un músculo individual, una glucólisis *post-mortem* rápida inducida, y la acumulación del lactato resulta en una disminución rápida del pH muscular. Los músculos con diferentes tipos de fibras tienen diferentes patrones de cambios *post-mortem* durante la conversión del músculo a carne, y pueden tener una influencia posterior en la calidad de ésta (Lee *et al.*, 2010).

La transición de músculo a carne se acompaña de cambios cuantitativos en varios metabolitos, tales como el glucógeno, el ácido láctico, ATP, los fosfatos y propiedades físicas como el pH, la fuerza iónica y la contractibilidad. La conversión de músculo a carne es un proceso que exige energía y en el músculo después de la muerte, la energía es proporcionada por la degradación del glucógeno. El pH disminuye debido a la degradación enzimática del glucógeno en ácido láctico, en la cual participan fosfatos ricos en energía. Dicha disminución del pH proporciona cierta protección contra el deterioro bacteriano, ya que muchos microorganismos no son capaces de sobrevivir a un pH tan bajo, o si lo hicieran, habría una disminución significativa en su división (Macanga *et al.*, 2011).

Esta conversión es un proceso multifactorial. El manejo de los animales, el transporte y el proceso de matanza en sí, influyen de manera significativa en la conversión del músculo en carne, su ternura, y la calidad de carne. Los factores estresantes previos a

la matanza van desde físicos, como una temperatura ambiente elevada, la vibración y cambios en la aceleración durante el transporte, el confinamiento, el ruido y el hacinamiento; y psicológicos, como el rompimiento de grupos sociales y la mezcla de animales desconocidos, olores desconocidos o nocivos y un ambiente novedoso. Los efectos en la calidad de carne pueden ir desde la pérdida de peso a la disminución de la terneza o la capacidad de retención de agua, reduciendo el rendimiento de la canal o favoreciendo la contaminación de ésta (D'Alessandro y Zolla, 2013).

2.10 CALIDAD DE CARNE

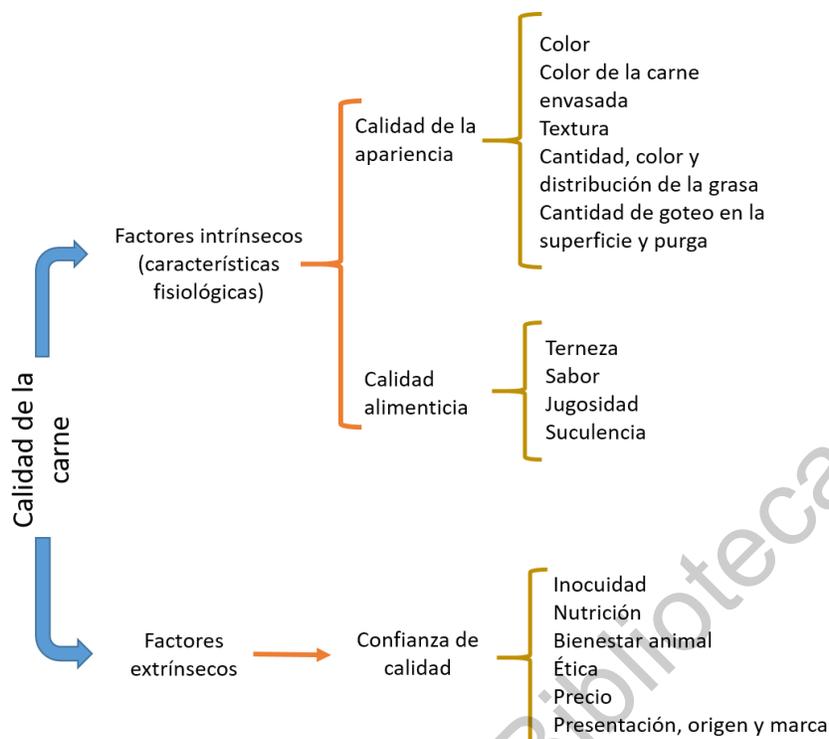
La definición de calidad de carne varía ampliamente, dependiendo quien hable de ello: el procesador, el distribuidor o el consumidor. La calidad de la carne no solo incluye propiedades nutricionales, como las proporciones adecuadas de los compuestos bioactivos, proteínas, lípidos y sus componentes esenciales; características sensoriales tales como terneza, sabor y color; saludables como la grasa y grasa saturada; y, factores tecnológicos como la capacidad de ser procesada, sino también incluye las percepciones acerca de las condiciones de la producción animal en relación con el bienestar animal, el impacto de la producción en el medio y, por supuesto, la inocuidad alimentaria (Dalle-Zotte, 2002)

La calidad de la carne es difícil de definir, ya que es un concepto complejo determinado por las preferencias el consumidor. Debido a que la carne es un tejido animal adecuado para su uso como alimento, las características de calidad están influenciadas por varios factores, tales como:

- ❖ La estructura muscular
- ❖ La composición química
- ❖ El ambiente químico
- ❖ La interacción de los componentes químicos
- ❖ Los cambios *post-mortem* de los tejidos musculares
- ❖ Los efectos pre-matanza y estrés
- ❖ La manipulación, procesamiento y almacenamiento
- ❖ Las poblaciones microbiológicas (Joo *et al.*, 2013)

2.10.1 Factores determinantes de la calidad de carne

En el siguiente esquema se observan los factores intrínsecos y extrínsecos implicados en la calidad de la carne (esquema 1).



Esquema 1. Factores de la calidad de carne

García, 2015

2.10.2 Factores con influencia sobre la canal y características de calidad de la carne de conejo

2.10.2.1 Factores con efecto moderado

2.10.2.1.1 Técnicas de crianza

Con el objetivo de mejorar el bienestar animal y para diferenciar la producción de carne de conejo, los investigadores han estudiado de forma más amplia el tipo de alojamiento. Según, Van Der Horst *et al* (1999), compararon dos tipos de alojamiento, las clásicas jaulas de engorde de malla de alambre con 16 conejos/m² contra corrales con 8 conejos/m². Demostraron que los animales criados en los corrales tenían menor tasa de crecimiento, menor rendimiento de la canal y menor porcentaje de grasa peri renal, principalmente debido a una actividad física incrementada (Dalle-Zotte, 2002).

2.11 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE

2.11.1 pH

El pH de la carne tiene efectos importantes en el color, la estabilidad microbiana y la calidad alimenticia (Huit *et al.*, 2012). Depende de varios factores, entre otros, de la condición *ante-mortem* del animal y del tiempo posterior al almacenamiento. La caída del pH de la carne de conejo se inicia a partir del pH del músculo, que de acuerdo a Bate-Smith y Bendall (1949), en conejos vivos es muy cercano a 7. Sin embargo, después de la matanza el músculo pierde el aporte de oxígeno, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa *post-mortem*, las cuales dependerán de las condiciones *ante-mortem*, (como: transporte, estrés, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno, producción de ácido láctico, entre otros) y del glucógeno disponible (Gondret y Bonneau, 1998). Una de las consecuencias de este fenómeno en carne de conejo, es la disminución de pH, que pasa de un valor en el músculo de 7.0-7.2, a un pH último dependiendo del músculo, que oscila entre 5.6 (en músculos de actividad glucolítica) a 6.4 (en músculos oxidativos) (Cabanes, 1996; Delmas y Ouhayoun, 1990).

Una forma clara de la importancia del pH puede observarse en la carne de cerdo, donde a partir de su valor pueden predecirse carnes tipo pálida suave y exudativa (PSE) y oscura firme y seca (DFD). En la carne de conejo la velocidad de acidificación es de 3×10^{-3} Unidades de pH por minuto (Renou *et al.*, 1986).

La limitada caída del pH causada por estímulos tales como condiciones de estrés, frío, enfermedad, calor, contracciones extenuantes de los músculos, previas a la matanza, también pueden causar la obtención de canales que produzcan carne oscura y potencialmente dura (DFD) (García, 2015).

2.11.2 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

El agua representa aproximadamente el 75% del peso de la carne, por lo que se le considera el principal componente de esta. Capacidad de retención de agua o CRA, se define como la capacidad inherente de la carne para retener agua, lo que es un parámetro esencial de calidad tanto para la industria como para el consumidor. Para la industria influye en su calidad tecnológica (rendimiento del procesamiento), en cuanto al consumidor, una baja CRA impacta en la calidad sensorial del producto final (Traore *et al.*, 2012).

Los mecanismos de control de calidad desarrollados, a menudo se asocian con la velocidad y la magnitud de la disminución del pH.

Un problema importante en la calidad de la carne es una inadecuada capacidad de retención de agua, lo anterior puede conducir a una carne oscura, firme y seca (DFD) por una mayor capacidad de fijación de agua, o carne pálida, suave y exudativa por una pobre CRA (Paredi *et al.*, 2013).

2.11.2.1 Medición de la Capacidad de Retención de Agua

Determinar la pérdida de líquidos es importante en todos los puntos de la cadena de valor (Huit *et al.*, 2012). De acuerdo con Fennema (2000), la pérdida de agua es de importancia económica porque desde este punto de vista es equivalente a la pérdida de carne: idealmente, el líquido no debe de ser liberado de la carne hasta que se come, aunque en realidad, hay una pérdida progresiva de los fluidos desde el momento de la matanza (cita). El patrón de pérdida desde la matanza hasta el consumo depende de diferentes factores, tales como la especie, la predisposición genética a la glucólisis rápida, el pH final de la carne, la variable de procesamiento, el empaçado y, el tiempo (Huit *et al.*, 2012). El contenido elevado de agua en el músculo reduce su fuerza mecánica, cuando los otros factores permanecen sin modificar (Fennema, 2000).

La CRA se refiere a la pérdida de fluido en el que se aplica una fuerza más allá de la gravedad a la muestra para extraer los líquidos (Huit, 2012).

III. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento del impacto de la implementación de jaulas enriquecidas en producciones convencionales, favorecerá el desarrollo de producciones conscientes del bienestar animal y su impacto en la calidad de carne.

IV. HIPÓTESIS

Existe diferencia en la calidad físico-química de la carne y el rendimiento de la canal, entre conejos engordados en jaulas convencionales vs en jaulas enriquecidas.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer el impacto que tiene la implementación de dos tipos de alojamiento en la calidad físico-química y rendimiento de la carne de conejo.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Obtener una jaula enriquecida para la engorda de conejos.

5.2.2 Conocer la ganancia de peso semanal en 2 diferentes tipos de jaulas, enriquecida y convencional.

5.2.3 Determinar la diferencia de pH y, capacidad de retención de agua entre la carne de conejos matados a los 70 días de edad, alojados en los dos tipos de jaulas.

5.2.4 Establecer la diferencia en el rendimiento de canales entre la carne de conejos alojados en los dos tipos de jaulas.

VI. METODOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la unidad Cunicola del campus Amazcala de la Facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma de Querétaro, ubicado en el municipio de El Marqués, Querétaro. Los análisis de pH y capacidad de retención de agua se realizaron en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro campus Juriquilla.

5.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio comprendió de la tercera semana de marzo a la primera semana de junio de 2019, con una duración de 4 meses.

5.3 MÉTODO

5.3.1 Elaboración de jaula modificada

Se diseñó una jaula considerando los factores que podrían favorecer el bienestar de los conejos durante la engorda y a su vez, la calidad de la carne. Mejorando la altura y colocando una plataforma para motivar el salto en los conejos, siendo esto una actitud nata de la especie, esta plataforma en la parte baja puede servir como un tipo de madriguera, logrando que se sienta más seguro. Se colocó piso slat® para favorecer la salud de las patas de los conejos.

Engorda

Se realizó una primera engorda del lunes 11 de marzo al lunes 22 de abril con una duración de 6 semanas, se contaba con 10 conejos distribuidos aleatoriamente de la siguiente manera: 5 en la jaula convencional y 5 en la jaula enriquecida enumerados del 1 al 10 con pesos iniciales de 0.538 gr, 0.606 gr, 0.492 gr, 0.498 gr, 0.476 gr, 0.540 gr, 0.454 gr, 0.460 gr, 0.528 gr, 0.488 gr respectivamente. El 22 de abril se llevó a cabo la matanza y por ello los análisis físico-químicos de la carne.

La segunda engorda se realizó del jueves 25 de abril al jueves 6 de junio, con una duración de 6 semanas, esta ocasión se contaba con 30 conejos distribuidos aleatoriamente en 6 jaulas, 3 jaulas convencionales y 3 jaulas enriquecidas, enumerados del 1 al 30 (11 al 40), con pesos iniciales de 0.744 gr, 0.538 gr, 0.414 gr, 0.748 gr, 0.726 gr, 0.460 gr, 0.720 gr, 0.544 gr, 0.592 gr, 0.610 gr, 0.654 gr, 0.572 gr, 0.536 gr, 0.634 gr, 0.422 gr, 0.562 gr, 0.600 gr, 0.650 gr, 0.622 gr, 0.632 gr, 0.572 gr, 0.576 gr, 0.610 gr,

0.456 gr, 0.598 gr, 0.606 gr, 0.546 gr, 0.588 gr, 0.490 gr, 0.498 gr respectivamente. El 6 de junio se llevó a cabo la matanza y con ello los análisis físico-químicos de la carne.

En las dos engordas se inició proporcionando 60 gr de alimento al día durante la primer semana aumentado 30 gr por semana durante las 4 primeras semanas hasta llegar a 150 gr por día, siendo esta la porción establecida para las últimas 3 semanas. El alimento proporcionado fue conejina (alimento balanceado para conejos), de la marca comercial Purina®.

5.3.2 Evaluación de peso

Se evaluó la ganancia de peso semanal utilizando una báscula Serie BG-SPICER® (TK-17372)

5.3.3 Evaluación de Bienestar Animal

Se evaluó el bienestar animal durante las dos engordas, un día a la semana en la primer engorda y dos días durante la segunda. Para lo anterior se utilizó un protocolo basado en el Código de Prácticas para el cuidado y manejo de los conejos (*National Farm Animal Care Council, 2018*), realizándose mediciones de temperatura y húmedas comparándolo con el índice de temperatura y humedad (ITH), revisar imagen 3.

5.3.4 Análisis físico-químico de la carne.

Se efectuó el primer análisis los días 22 y 23 de abril del presente año; los parámetros estudiados fueron los siguientes: pH y capacidad de retención de agua

Para la determinación de pH del músculo *bíceps femoralis* se empleó un potenciómetro con cuchilla de penetración Hanna hi 99163 (electrodo FC232D, cuchilla FC099), se perforó el músculo con una cuchilla, se introdujo el electrodo perpendicular a la masa muscular a unos 2 centímetros de profundidad y se realizó la medición. Lo anterior de acuerdo con la metodología descrita por Honikel (1998). La medición se realizó en canal caliente a los 15 minutos del desangrado y a las 24 horas de la matanza.

Para la determinación de capacidad de retención de agua se empleó el método de compresión entre dos placas de acrílico descrito por Hamm, 1986; para el cual se empleó una balanza analítica, papel filtro no. 1 (marca *Whatman*®), placas de acrílico y pesas de 2.25 kg. Los pasos fueron los siguientes: se pesó el papel filtro en la balanza analítica, se pesaron 3 gr de carne y se puso sobre un papel filtro colocando otro sobre la carne, se situó la muestra con los papeles filtro entre dos placas de acrílico y se sometió a compresión con una pesa de 2.25 kg durante 24 horas, transcurridas las 24 hrs, se retiró la muestra de carne y se peso al igual que los papeles filtro y se realizaron los cálculos correspondientes empleando la fórmula siguiente:

% jugo liberado= (pesofinalpapelfiltro – peso inicialpapelfiltro) / peso de la muestra*100

El segundo análisis se realizó los días 6 y 7 de junio del presente años, para los parámetros: pH y capacidad de retención de agua; empleando la metodología anteriormente descrita.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VII. RESULTADOS

7.1 Jaula enriquecida con plataforma que motiva el salto y en donde, la parte de abajo de la misma sirvió como madriguera para su resguardo, permitiendo así el desarrollo del comportamiento innato de la especie.

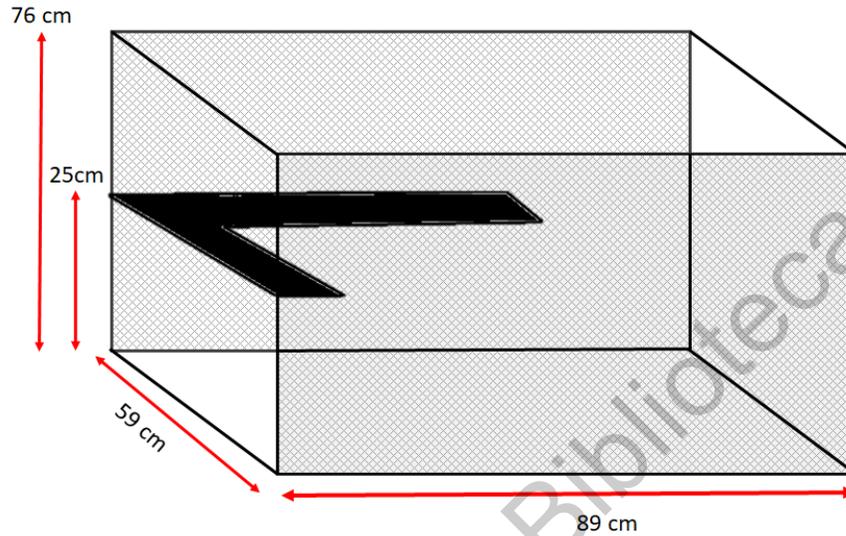
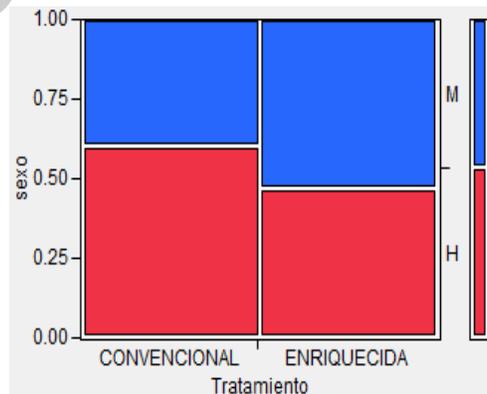


Imagen 4. Jaula enriquecida diseño propio

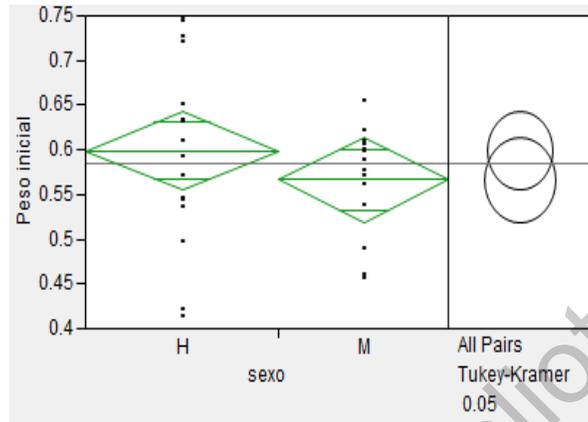
7.2 Peso

Al iniciar la engorda los pesos de los conejos de la jaula convencional eran mayores como se observa en la gráfica 4, lo anterior debido a que la jaula convencional contaba con mas hembras que machos (un 60% de hembras), como se puede ver en la gráfica 1.

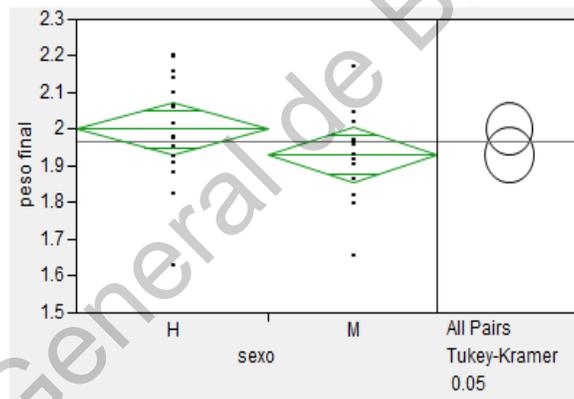


Gráfica 1. Proporción de hembras y machos por jaula

Como se demuestra en las gráficas 2 y 3, las hembras iniciaron (peso promedio inicial hembras, peso promedio inicial machos) y terminaron la engorda con un mayor peso que los machos (peso promedio final hembras, peso promedio final machos), lo que podría tener una influencia directa en la ganancia de peso final por los diferentes tipos de jaula.

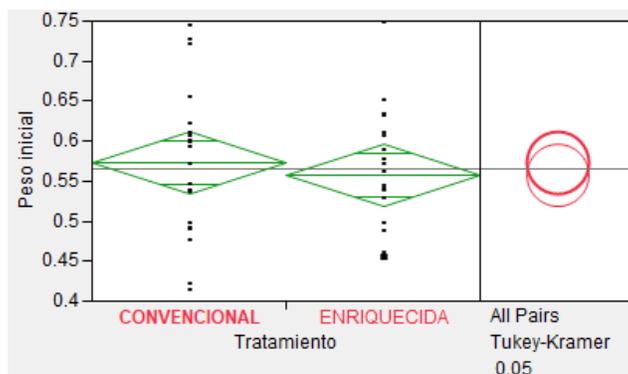


Gráfica 2. Peso inicial por sexo.

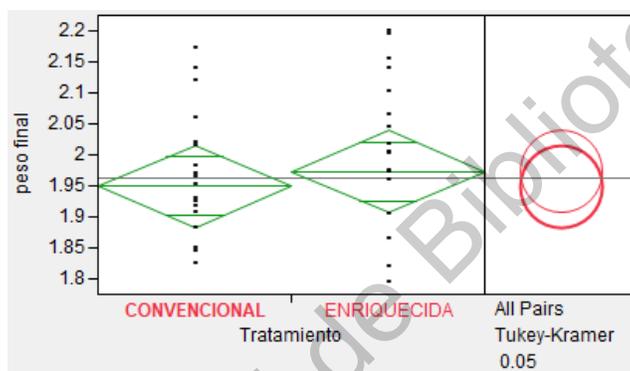


Gráfica 3. Peso final por sexo.

Se demostró que los conejos criados en jaulas enriquecidas terminaron la engorda con mayor peso, a pesar de haberla iniciado con menor peso que los conejos de las jaulas convencionales, logrando un promedio de 1.975 kg como peso final, colocándose arriba de la media de los dos tipos de jaula, como se puede observar en las gráficas 4 y 5 respectivamente.



Gráfica 4. Peso inicial por tipo de jaula.



Gráfica 5. Peso final por tipo de jaula.

7.3 Temperatura y humedad

Por medio de la evaluación de temperatura y humedad, se determinó que el índice ITH se encontraba dentro de los rangos establecidos por el Código de Prácticas para el cuidado y manejo de los conejos (*National Farm Animal Care Council, 2018*), lo que indica un confort térmico dentro de la producción para los conejos, durante los meses de febrero a junio del 2019.

7.4 Evaluación de bienestar animal

Durante la evaluación de bienestar animal, los parámetros evaluados en el apartado de comportamiento animal, demostraron que los conejos criados en las jaulas enriquecidas podían expresar su comportamiento natural brincando y postrándose sobre sus patas traseras, lo que mejora la interacción de los conejos dentro de la jaula y disminuye el estrés durante la producción. También se observó que la parte de abajo de la plataforma la llegaron a utilizar como madriguera. Otro comportamiento fue que preferían descansar en el piso slat®, que en el enrejado. Al momento del pesaje se encontró un

comportamiento más nato, ya que se escondían en la madriguera, corroborando que se sentían más seguros ahí. Como se puede observar en el parámetro de toma de pH, confirmando que los conejos de la jaula enriquecida están en bienestar. Con esto se puede demostrar que los conejos se encontraban en bienestar logrando cubrir la demanda actual de la sociedad y pudiendo ser una de las instituciones pioneras en lograr este cuidado y respeto moral a los animales productivos.

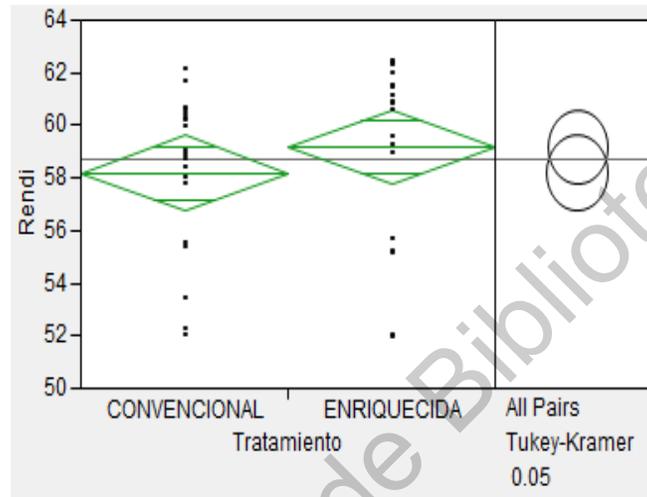


Imagen 5, 6, 7, 8. Conejos durante la engorda

López, 2019.

7.5 Rendimiento en canal

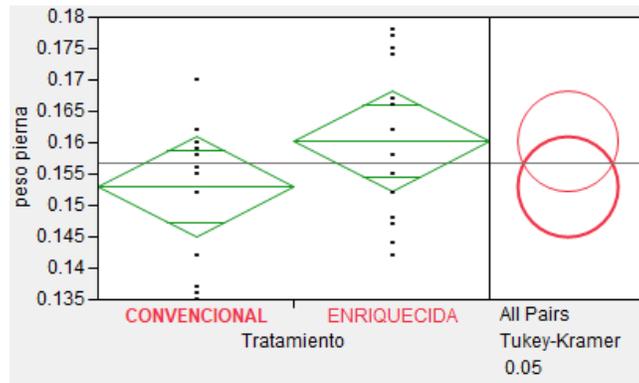
Como se puede observar en la gráfica 6, el rendimiento de las canales de los conejos criados en las jaulas convencionales obtuvo en promedio de 58%, mientras que el de las canales de conejos criados en las jaulas enriquecidas obtuvo un promedio de 59%, colocándose por arriba de la media obtenida. De acuerdo con Martínez-Castillo (2004) citado por García (2015), el promedio de rendimiento en canal en México, oscila entre 50-60% (55% promedio), los porcentajes de rendimiento en el presente estudio (58.5%) son superiores al rendimiento contemplado para México.



Gráfica 6. Rendimiento en canal por tipo de jaula.

Los conejos de la jaula enriquecida tenían mayor actividad física, ya que al tener mas espacio y una plataforma, podían brincar, lo que derivó en un mayor ejercicio, teniendo como efecto un mayor peso en pierna como se demuestra en la gráfica 7. De acuerdo con lo descrito por Ariño y Hernández 2006, se demostró que los conejos alojados en jaulas gigantes equipadas con plataforma inducidos al salto, aumentaron la proporción de las partes traseras de la canal, comparados con otros animales confinados en jaulas convencionales.

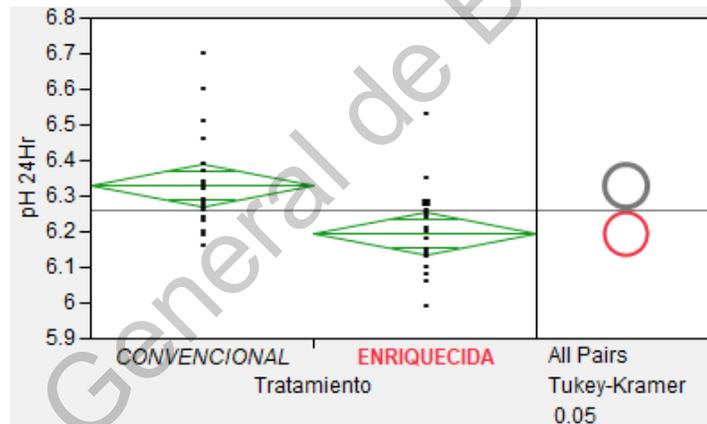
De acuerdo con lo descrito por Ariño y Hernández, 2006, se encontró que el rendimiento en canal no se ve afectado por los sistemas de alojamiento aún en alojamientos de mayor espacio. En esta investigación se demostró que se mejoró el rendimiento con un 1% en las jaulas enriquecidas.



Gráfica 7. Peso de las piernas de acuerdo al tipo de jaula.

7.6 pH

Diferencia entre el pH obtenido en los dos diferentes tipos de jaulas, 24 horas después de la matanza.



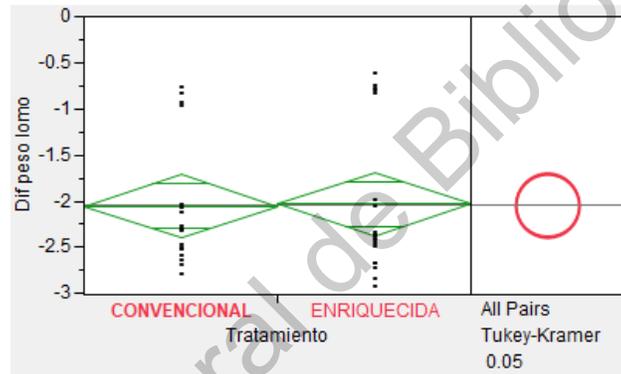
Gráfica 8. Diferencia de pH 24 hrs después de la matanza por tipo de jaula.

De acuerdo a un estudio realizado por Bautista *et al.*, en 2015, se encontró que el pH de la raza Nueva Zelanda en el músculo *biceps femoralis* oscila en un promedio de 6.35 lo que consideraron un pH normal; de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se observó un pH menor a 6.2 en promedio en las canales de los conejos criados en las jaulas enriquecidas siendo estadísticamente diferentes al pH de los conejos criados en jaulas convencionales con un promedio mayor a 6.3. De acuerdo con lo descrito por García *et al.*, 2012, citando a Onega (2003), las carnes que poseen pH superior a 6.10 son carnes firmes, oscuras y secas ya que el agua está fuertemente ligada a la proteína, siendo consideradas de mala calidad. En ambos tipos de jaula se encontró esta falla de calidad, se le atribuye no al tipo de crianza y engorde, si no a la técnica de matanza que es por dislocación cervical, la cual no cumple con la norma NOM-

033-SAG/ZOO-2014, lo que es evidente en un estrés del animal durante este proceso. Aunque se demostró que el pH de las jaulas enriquecidas son menores corroborando un animal menos estresado.

7.7 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

De acuerdo con lo descrito Braña *et al.*, 2011, los valores normales de escurrimiento van de 2 a 4%, y en casos extremos de carne de mala calidad (pálida suave y exudativa o PSE), se pueden tener pérdidas de agua cercanas al 10%, lo que concuerda con lo obtenido en la presente investigación, donde los resultados arrojados en Capacidad de retención de agua fueron del 2% en los dos tipos de jaula, estando dentro de lo normal.



Gráfica 9. % de Capacidad de Retención de agua por tipo de jaula

VIII. CONCLUSIÓN

El presente estudio muestra que los conejos criados en dos diferentes tipos de jaulas, convencionales y enriquecidas, no muestran diferencias significativas en las características físico-químicas de la carne, pero sí una tendencia favorable para las características de los conejos criados en jaulas enriquecidas, presentando un mayor rendimiento en canal, un menor promedio de pH, y una mayor ganancia de peso. Al inicio del estudio los animales de la jaula enriquecida tenían pesos por abajo y al final se lograron pesos superiores, se obtuvo un rendimiento más alto y igual que los pesos de la pierna, siendo superior los animales de la jaula enriquecida.

Se demostró que la implementación de Bienestar Animal en producciones convencionales de conejos favorece, en un principio, la salud de los animales, seguido de la producción en cuanto a calidad del producto, lo que favorece al productor y por último, al consumidor, atendiendo a la necesidades sociales de consumir alimentos de origen animal, donde el sufrimiento de estos sea el mínimo. En la evaluación de bienestar de los conejos se corroboró que el comportamiento fue más acorde aun al natural de la especie, ya que podían brincar, esconderse y escoger en donde descansar prefiriendo el piso slat®, por lo que se recomienda totalmente el poder utilizar este tipo de jaula, en la búsqueda de lograr un bienestar de los conejos de engorda. Reconociendo la demanda de la sociedad y cumpliendo con el deber moral de esta institución.

Con el diseño de esta jaula la Universidad Autónoma de Querétaro podría ser la pionera en nuestro país de lograr tener una producción donde se garantice el comportamiento natural de esta especie.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alonso G.J., Torres L.C., Rodríguez S.T., González R.P. 2013. XXXVIII Symposium de Cunicultura de ASESCU. Pp 162-163

Ariño B., Hernández P., Blasco A. 2006. Comparison of texture and biochemical characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat Science*. Pp 687-692

Bate-Smith E.C., Bendall J.R. 1949. *Journal of Physiology*. Pp 47-65

Broom D.M. 1986. Indicators of poor welfare. *Br. Vet J.* Pp 142

Cabanes A. 1996. Qualités de la viande de lapin facteurs de variation des qualités organoleptiques et les caractères corrélés. *Viandes Prod.* P 10

Carrasco P. 1994. *Historia General de México*. Centro de Estudios Históricos del Colegio de México 4ª edición.

D' Alessandro A. & Zolla L. 2013. Meat Science: From proteomics to integrated omics towards system biology. *Journal of Proteomics*. Pp 558-577

Dalle-Zotte A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. Pp 11-32

Dalle-Zotte A. y Szendro Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*. Pp 319-331.

Delmas D., Ouhayoun J. 1990. Technologie de l'abattage du lapin I. Etude descriptive de la musculature. *Viandes et Produits Carnés*. P 14.

Duncan I J H. 1996. Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A, Animal Science*, Pp 29-35

Farm Animal Welfare Council 1993 Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare. DEFRA.

Fennema O.R. 2000. *Química de los Alimentos*. 2da edición. Zaragoza-España; Acribia Pp 1258

Fraser. 1997. A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. Pp 3-9

G.Xiccato, A. Troncino. 2006. Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Science*. Pp 77-93

García M.L. 2015. Evaluación de las características físico-químicas de la carne de tres razas de conejo. UNAM. Pp 7-56

Gondret F., Bonneau M. 1998. Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin et l'incidence sur la qualité de la viande. INRA Prod. Animal. P 335

Guo Y., Li J., Shang J., Jin Y. 2012. Development of Muscle-related genes and their effects on meat quality. Energy Procedia. Pp 229-233.

Hamm R. 1986. In: Steel R.G., and Torrie J .H., 119801 McGraw-Hill . New York, p 633

Hewson C. 2003. What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. Can. Vet. J. Pp 496–499

Honikel K. 1998. Reference methods for assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. Pp 447,448

Huit Y.H. 2012. Handbook of Meat and Meat Processing. 2da Edición. Florida-USA: CRC Press. Pp 982

INEGI. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.

Joo S.T., Kim G.D., Hwang Y.H., Ryu Y.C. 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. Meat Science. Pp 828-836

Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébault R.G. 1996. El conejo: Cría y Patología. FAO. Pp 169,170

Lee S.H., Joo S.T., Ryu Y.C. 2010. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality. Meat Science. Pp 166-170

Macanga J. Koréneková B., Nagy J., Marcincak S., Popelka P., Kozárová I., Korének M. 2011. Post-mortem changes in the concentration of lactic acid, phosphates and pH in the muscles of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) according to the perimortal situation. Meat Science. Pp 701-704

Magaña J.A. 1993. Apuntes para el posible desarrollo de la cunicultura en México. Boletín de Cunicultura no. 68. ASESCU. Pp 36- 37.

Manteca X. 2005. Sinergias y cooperación entre Chile y la Unión Europea en el campo del Bienestar animal: una perspectiva científica. Pp. 110-116.

Martínez-Castillo M.A. 2004. Cunicultura. 2da Edición. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- UNAM.

McNitt J.i; Patton N.M; Lukefahr S.D; Cheeke P.R. 2000. Rabbit Production. 8ava edición. Illinois-USA: Interstate Publishers Inc.

Mendoza, B. 2001. Situación de la cunicultura en México. Ciclo internacional de conferencias en cunicultura empresarial. UACH.

Mora X. 2013. Guía de Recomendaciones de Buenas Prácticas en la Producción de carne de conejo. Universidad de Buenos Aires. Pp 10-16

Motta F.W., Carlos M.L., De Gennaro J.Y., Gomes C.G., Ávila O.C.E., Silveria S.J., Gomes C.A.P. 2012. Manual Práctico de Cunicultura. Bambuí, MG.

National Farm Animal Care Council. 2018. For the Care and Handling of Rabbits. p 52

Oliva E. et al, Guía De Recomendaciones De Las Buenas Prácticas En La Producción De Carne De Conejo. Ministerio De Agroindustria De La Nación. Argentina 2015

Olivares P.R., Gómez C.M.A., Schwentesius R.R., Carrera C.B. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. UACH.

Onega M. 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Universidad Complutense. Madrid. España. p 40

Ortiz L.M.A., Reyes B.O., Vargas G.J. 2012. Tecnología II. Cría y Manejo de Pequeñas Especies, Cunicultura. DGME. P 144

Paredi G., Sentandreu M.A., Mozzarelli A., Fadda S., Hollung K., Martinho de Almeida A. 2013. Muscle and Meat; New horizons and applications for proteomics on a farm to fork perspective. Journal of Proteomic. Pp 58-82.

Ramírez J.A., Ángels-Oliver M., Pla M., Guerrero L., Ariño B., Blasco A., Pascual M., Gil M. 2004. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat of rabbits. Meat Science. Pp 617-624

Renou J.P., Canioni, P., Gatelier, P., Valin, C., Cozzone, P.J. 1986. Phosphorus-31 nuclear magnetic resonance study of postmortem catabolism and intracellular pH in intact excised rabbit muscle. Bioch. P 68

Rojas, H.; Stuardo, L.; Benavides, D. 2005. Políticas y prácticas de Bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz. 24 (2): 549-565.

Samoggia. 1985. Boletín de Cunicultura. Dossier. Pp 68,69

SENASICA. 2015. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Carne de Conejo. p 9-12

Traore S., Aubry L., Gatellier P., Przybylski W., Jaworska D., Kajak-Siemaszko K., Sánté-Lhoutellier V. 2012. Higher drip loss is associated with protein oxidation. Meat Science. Pp 917-924

Van der Host F., Jehl N., Koehl P.F. 1999. Influence du mode d'élevage (cage ou parc) sur les performances de croissance et les qualités bouchères des lapins de race normande. 8 tavas Jornadas de la Investigación Cunicola.

Zapata, B. (2002). Bienestar y producción animal: la experiencia europea y la situación chilena. Tecno Vet.