



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EFEECTO DEL PERIODO DE AYUNO SOBRE EL pH Y RENDIMIENTO DE LA  
CANAL DE CONEJOS DE RAZA NUEVA ZELANDA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

**MIGUEL ANGEL DE JESÚS GUZMÁN**

**ASESOR: M. C. MARÍA MAGDALENA ZAMORA FONSECA  
COASESOR: MVZ. SALVADOR CARLOS FLORES PEINADO**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy.

A la UNAM por haberme abierto sus puertas, por dejarme ser parte de su gran comunidad.

A mi segunda casa, mi querida FES Cuautitlán, y a sus profesores; por darme las bases necesarias para poder desarrollarme profesionalmente.

A Jaquelina Guzmán Villanueva, que me dio la vida y siempre me ha apoyado y motivado para continuar.

A Zeferino De Jesús Reyes por haberme enseñado cuales son las cosas por las que vale la pena sacrificarse en la vida y por darme ánimos cuando más me hace falta.

A Miguel Angel De Jesús Simón, por cambiarme la vida, por ser el motor que me motiva a seguir adelante, por quien lucho día con día.

A Erika Simón por estar conmigo, por haberme tenido paciencia en este proceso tan importante para mi y por dejarme ser parte de su vida.

A Oscar Valentín por no sólo ser mi hermano, sino mi amigo.

A Jacqueline y Wendy por ser de las personas que han creído en mi.

A los MVZ Salvador Flores Peinado y Andrés Cardona Leija por su amistad, por todo el apoyo recibido durante la realización de la tesis, por tenerme paciencia y por compartir conmigo sus conocimientos.

A la M. en C. María Magdalena Zamora Fonseca por todo su apoyo y disponibilidad en la realización de la tesis.

# INDICE

## PÁGINA

<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II- RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>III.-MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>5</b>
<b>IV.- OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>V.- MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>20</b>
<b>VI.- RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>VII.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>VIII.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>IX.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>X.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>

## I.- INTRODUCCIÓN

Los conejos son principalmente criados para producir carne, piel, pelo y también se usa como animal de laboratorio. La composición de la carne varía según la edad del animal, sistema de alimentación, además la carne de conejo de cualquier edad es muy apreciada para consumo humano (Sandford, 1988). Además de que comparada con la de otras especies animales, la carne de conejo se considera una carne magra ya que se caracteriza por su bajo contenido en grasa (7.06 %), es más rica en proteína (20.78 %), en vitaminas del grupo B, vitamina E y bajo contenido en sodio (Hernández, 2004; Lebas, 1986).

Debido a las características de su producción, la crianza de conejos podría ser la respuesta a los problemas de hambre, desnutrición y pobreza rural en los países en desarrollo. Los hábitos en cuanto al consumo de la carne de conejo están cambiando, aun en países en donde no se consume tradicionalmente, debido entre otros factores, a la demanda de carne con mejores características nutricionales, esto puede representar potencialmente, la oportunidad para aumentar el consumo de este tipo de carne como un alimento sano (Ramírez, 2004).

El pH de la carne es un importante indicador de calidad, las variaciones de este afectan directamente a la estabilidad y propiedades de las proteínas, de su valor final (medido normalmente a las 24h post-mortem) dependerán prácticamente todos los atributos importantes de la calidad de la carne, como son: la capacidad de retención de agua, la textura, y el color. La modificación del pH de la carne de conejo se inicia a partir del pH del músculo, después del sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post-mortem (*rigor mortis*), dichas reservas dependerán de las condiciones ante mortem como: transporte, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno y producción de ácido láctico, entre otros. Para el caso del conejo, el pH se mide normalmente en el músculo *longissimus dorsi* (Ld) y en el *biceps femoris* (Bf). En el efecto del ayuno sobre la pérdida de peso corporal, los conejos pierden entre un 3 y un 4% de su peso durante un período de 12h de ayuno; la pérdida de peso del hígado se incrementa proporcionalmente con la duración del ayuno, dependiendo si el ayuno es solo de comida, de agua o ambos (De la Fuente, 2004). El estrés en el animal antes del sacrificio origina una reducción del glucógeno en el músculo, reduciendo consecuentemente la producción de ácido láctico post mortem y disminuye el pH de la carne. Estos aspectos conllevan a obtener efectos negativos, afectando la calidad de la carne (Mounier et al, 2006).

El pH final de la carne puede afectar las propiedades fisicoquímicas de la misma (Huí et. al., 2006).

La calidad de la carne depende de un gran número de factores con frecuencia todos ellos relacionados con el pH muscular. Sin embargo pocos estudios se han realizado sobre el pH en canales de conejo (Blasco y Piles, 1990). Como podemos apreciar existen una gran cantidad de factores que alteran la calidad de la canal. El presente estudio plantea: ¿El período de ayuno afecta el pH y el rendimiento de la canal de conejos de raza Nueva Zelanda?

## II.- RESUMEN

Para el presente trabajo se utilizaron un total de 60 conejos machos de la raza Nueva Zelanda, provenientes del módulo de cunicultura, los cuales se dividieron en 3 grupos, cada grupo con diferente periodo de ayuno (control 0h, 12h y 24h). Previo al sacrificio todos los animales fueron pesados, utilizando una báscula digital con la finalidad de poder determinar la pérdida de peso por efecto del ayuno y como este afecta el rendimiento de la canal caliente y fría (perdida por almacenamiento). Los animales fueron aturdidos y sacrificados de acuerdo con las prácticas normales según los requerimientos normativos. El aturdimiento se realizó en base al método de dislocación cervical y el sacrificio por exsanguinación. Para realizar el muestreo del pH en la canal caliente se utilizó un potenciómetro Hanna Instruments, la medición se efectuó durante los primeros 15 minutos después del sacrificio (pH inicial o 0h); dicha medición se tomó en los músculos *biceps femoris* (Bf) pierna derecha y en el *longissimus dorsi* (Ld) a nivel de la quinta vertebra lumbar. Durante el faenado se registró el peso de hígado, estómago e intestinos, utilizando una báscula digital. Con el propósito de calcular las pérdidas por evaporación, se llevó a cabo el pesaje y medición de la canal fría después de un periodo de refrigeración de 24h a una temperatura de 2 °C ( $\pm 2$ ). En los resultados se aprecia que el peso anteayuno, peso postayuno (al sacrificio) no se vio afectado significativamente entre los diferentes períodos de ayuno. Lo mismo para el peso de la canal caliente, rendimiento de la canal y el peso del hígado, peso del estómago e intestinos. El pH inicial (0h) del músculo Bf no muestra diferencia significativa entre los diferentes períodos de ayuno. No así para el pH final (24h), que mostró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes períodos de ayuno, siendo mayor en los animales donde el ayuno fue de 24h.

Palabras clave: Ayuno pre sacrificio, pH, rendimiento, conejo.

### **III.- MARCO CONCEPTUAL**

#### **Historia del conejo**

El prolífico animal proporcionó alimento y vestido a los más primitivos seres humanos de que podemos tener noticia, cobrando así, al satisfacer sus necesidades fundamentales, un enorme significado en el hábitat, costumbres ideología y, más aún, en la civilización de *Homo sapiens* u *Homo faber*. El conejo se prestó a los intereses del hombre en la medida en que éste fue evolucionando, contribuyendo así a modificar su conducta y lograr un desarrollo gradual (Climet, 1977).

Dentro de su clasificación el conejo pertenece a la clase de los mamíferos, orden de los lagomorfos; su familia es la de los léporidos, que comprende los géneros *Oryctolagus* y *Sylvilagus*, principalmente (Climet, 1977).

#### **Antecedentes históricos**

El conejo es la única especie del Orden lagomorfos que el hombre ha podido domesticar (Moreno, 2006). Los chinos, los hindúes, los egipcios y los griegos, criaron abundantemente el conejo; de estos últimos pasó la especie a España, donde creemos que debieron existir en gran cantidad por el significado de la raíz etimológica Spanija, en lengua hebraica, que quiere decir “tierra de conejos”; así se le llamó Hispania y más tarde España. Es por esto que podemos pensar que fue partiendo de ésta región, donde se fortaleció la especie y se difundió por toda Europa (Climet, 1977).

El conejo se ha domesticado durante muchos cientos de años y su cría se realiza hoy en la mayor parte del mundo (Sandford, 1988). Las primeras tentativas para la domesticación del conejo silvestre se llevaron a cabo en los conventos. El animal se dejó subyugar fácilmente por el hombre, quien le proporcionó alimentos y reposo, para que con el tiempo la influencia de los climas y las prácticas de selección y cruzamiento, se obtuvieran numerosas y variadas razas de conejos domésticos, que difícilmente lograrían vivir en estado salvaje de sus primitivos ancestros (Climet, 1977).

Durante la primera y segunda guerra mundial, escasearon y tuvieron que racionarse otras carnes, y el público tuvo que consumir la carne de los conejos domésticos, apreciando rápidamente su calidad y en consecuencia, la carne de conejo se hizo habitual para él (Templeton, 1976).

## **Su importancia en el México precolonial**

Francisco Javier Clavijero incluye en su catálogo de los cuadrúpedos americanos, que comprende los animales encontrados por los españoles en el Nuevo Continente durante la conquista, a la liebre común y al conejo común llamado “tochtli” por los mexicanos. Por otra parte Fray Toribio de Benavente relata que los chololtecas, entre las muchas y variadas cosas que tenían por aprecio para favorecer a su dios o ídolo Quetzalcóatl, estaban los conejos. Además de que no solo era apreciada su rica carne por la gente del pueblo; también aparecía en la mesa del sabio, del rico o del poderoso, para satisfacer el paladar más exigente (Climet, 1977).

## **Beneficios del conejo**

El conejo doméstico proporciona carne, piel, lana pelo y también se usa como animal de laboratorio en investigaciones biomédicas (Cheeke, 1995; Sandford, 1988) y ventas en vivo. Además existen dos subproductos que también pueden utilizarse: cueros y estiércol. (Sandford, 1988)

Un punto importante a favor del conejo doméstico es, que se puede comparar favorablemente con otros animales domésticos productores de carne, en lo que se refiere a su eficiencia para transformar los alimentos en carne, para el consumo del hombre (Templeton, 1976). De tal manera que se puede afirmar que el conejo doméstico produce carne de alta calidad en cantidades mayores que cualquier otro nivel y de forma rentable como el que más (Sandford, 1988). Además de que en el instituto de investigación agraria de Hurley se ha demostrado que el conejo actual en estado relativamente subdesarrollado, puede producir bastante más carne por unidad de terreno que cualquier otro animal. Unido al hecho de que el contenido proteico y el valor de la carne de conejo son mayores que los de muchas otras carnes, su valor potencial es aún mayor. (Sandford, 1988). Ver tabla 1 (p.9)

## Cría

Los conejos se crían por una serie de razones, encontrándose prácticamente en todos los países. La producción de conejos para carne ha sido importante durante mucho tiempo en los países de la Europa Occidental como Francia, Italia y España. (Cheeke, 1995). Debido a las características de su producción, la crianza de conejos podría ser la respuesta a los problemas de hambre, desnutrición y pobreza rural en los países en desarrollo. Los hábitos en cuanto al consumo de la carne de conejo están cambiando, aun en países en donde no se consume tradicionalmente, debido entre otros factores a la demanda de carne con mejores características nutricionales, esto puede representar, potencialmente la oportunidad para aumentar el consumo de este tipo de carne como un alimento sano (Ramírez, 2004). Teniendo en cuenta además que para la cría de los conejos se necesita muy poco espacio, y los animales se adaptan fácilmente a una gran variedad de condiciones, por lo que se crían satisfactoriamente en grandes ciudades. Y en cuanto a la inversión, la cantidad de capital que se necesita para adquirir equipo y animales es moderada (Templeton, 1976; Gamboa et al., 2002a; Cheeke, 1995).

Los conejos pueden mantenerse perfectamente con alimentos que no compiten con los utilizados por el hombre, como forrajes y subproductos de molinería (Cheeke, 1995). Ya que el conejo consume granos y forrajes y es, por natural, un animal limpio. Teniendo en cuenta que todas las características de la carne son favorables (Templeton, 1976). Y el periodo de tiempo necesario para alcanzar el peso de sacrificio es mucho menor que para otros animales como el ganado vacuno, ovino y caprino (Cheeke, 1995). Esto se debe a que en la mayoría de las especies los machos tienen mayor potencial de crecimiento que las hembras; mientras que en los conejos estas diferencias no llegan a ser importantes, probablemente porque los animales se sacrifican muy jóvenes, mucho antes de que alcancen la pubertad, etapa en que las diferencias empiezan a ser notables (Barrón et al., 2001). La capacidad de reproducción de los conejos es legendaria; las conejas pueden cubrirse a las 24h del parto, las investigaciones realizadas han permitido comprobar la posibilidad de la cubrición inmediatamente después del parto, lo que hace posible obtener 11 camadas al año, por lo que las conejas pueden producir fácilmente más de 50 crías por año (Cheeke, 1995).

La cría del conejo para carne en países en vías de desarrollo, ha sido aceptada gracias a las características biológicas de la especie como son: elevada tasa reproductiva, ciclo reproductivo corto, tasa de crecimiento rápido, rusticidad y sobre todo la capacidad de ser alimentado con dietas altas en forraje o con recursos alimenticios no convencionales (Gamboa et al., 2002a).

## Carne de conejo

La carne es blanca de granulaci3n fina, de sabor delicado, nutritiva y apetecible. (Templeton, 1976). Su composici3n varia seg3n la edad del animal, sistema de alimentaci3n adem3s, la carne de conejo de cualquier edad es muy apreciada para consumo humano (Sandford, 1988). Por lo general tiene mayor porcentaje de prote3nas que otras carnes (Sandford, 1988; Templeton, 1976), es pobre en grasa y en contenido de calor3as (Templeton, 1976), adem3s de ser muy digestible, raz3n esta por la que se recomienda para personas enfermas (Sandford, 1988). Al compararla con la de otras especies animales, la carne de conejo se considera una carne magra ya que se caracteriza por su bajo contenido en grasa (7.06 %), rica en prote3na (20.78 %), en vitaminas del grupo B y vitamina E y bajo contenido en sodio (Hern3ndez, 2004). Se citan algunas cifras de composici3n de la canal a la edad normal de sacrificio de 10 semanas: agua, 70-72%, prote3nas, 19-21%, grasa, 6-8%, y minerales, 1% (Moreno, 2006).

El conjunto de los m3sculos de las extremidades pelvianas, que representa algo menos de un tercio el total de la canal (casi 300 g de una canal de 1,3 kg) contienen 3,7% de grasa, cifra que es s3lo del 1,2% en el m3sculo largo dorsal (Moreno, 2006). Por lo tanto, se trata de una carne magra, rica en prote3nas y pobre en grasa, en esta grasa son abundantes los 3cidos grasos no saturados (oleico y linol3ico). La carne de conejo se distingue asimismo por su elevado contenido en calcio y f3sforo y por su riqueza en tiamina y niacina; se cita tambi3n un contenido bajo en colesterol, sodio, potasio (Moreno, 2006) y magnesio (Dalle, 2002).

Tabla 1

Composici3n qu3mica y valores de energ3a de carnes.

(g)	Cerdo	Promedio	Res	Promedio	Venado	Promedio	Pollo	Promedio	Conejo	Promedio
	Rango		Rango		Rango		Rango		Rango	
Agua	60-75.3	70.5	66.3-71.5	69.1	70.1-76.9	73.5	67.0-75.3	72.2	66.2-75.3	70.8
Prote3na	17.2-19.9	18.5	18.1-21.3	19.5	20.3-20.7	20.5	18.1-23.7	20.1	18.1-23.7	21.3
L3pidos	3-22.1	8.7	3.1-14.6	9.0	1-7	4.0	0.6-14.4	6.6	0.6-14.4	6.8
Energ3a(kJ)	418-1121	639	473-854	665	385-602	493.5	427-849	586	427-849	618

(Tomado de Dalle 2002)

## Rendimiento

Otros hechos interesantes en relaci3n con la carne de conejo son el alto rendimiento en canal del animal vivo, el elevado porcentaje de partes magras y succulentas de la canal y la baja proporci3n de hueso (Moreno, 2006). En conejos, la edad al sacrificio generalmente es de un rango de 9 a 13 semanas (Larzul et al., 2004).

Un conejo de raza Nueva Zelanda de 10 semanas y un peso vivo de 2,250 kg, da una canal de 1,395 kg, peso que después por las pérdidas por oreo y corte de patas queda reducido a 1,285 kg. Su rendimiento es, pues, del 57,1% (Moreno, 2006); mientras que en un estudio realizado por Del Río (1998), el rendimiento de la canal de conejo de la raza Nueva Zelanda fue del 61.02%. Todo esto se debe a que las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de distribución y transformación, desde el oreo hasta el cocido, y suponen pérdidas económicas que pueden alcanzar del 4 al 5% del peso inicial, siendo comunes en la actualidad pérdidas del 1,5 al 2% (López et al., 2001).

Por lo tanto, el conejo doméstico es un animal de gran valía y aplicaciones, reporta muchos beneficios a muchos y placer a todos los que lo crían (Sandford, 1988).

### **Consumo en México**

El consumo de la carne de conejo en México es muy inferior comparado con varios países europeos mediterráneos como Francia, España, Italia y Malta. Algunos factores como la tradición, la falta de disponibilidad del producto en lugares accesibles al consumidor, el precio elevado de la carne, el rechazo por una supuesta apariencia desagradable de la canal y el desconocimiento en las forma de preparación, entre otros, han sido mencionados como causa de cierta incertidumbre en cuanto al consumo de dicha carne (Gamboa et al., 2002b).

### **Calidad de la carne**

La definición de calidad de carne varia considerablemente, dependiendo a quien vaya dirigido: el proceso, el distribuidor o el consumidor, pero como el último es el juez final, su concepción de calidad de carne es la más importante (Dalle, 2002). La calidad de carne no sólo incluye las propiedades nutrimentales, tanto como apropiadas proporciones de componentes bioactivos, proteínas, lípidos y sus subconstituyentes esenciales. (Dalle, 2002)

Durante la segunda mitad del último siglo, el consumo y la demanda de carne en países desarrollados fue enfocada primeramente en ganancias, disponibilidad, precio y por supuesto, valor nutritivo. Las propiedades sensoriales de la carne son cruciales para el consumidor, las variables más significantes incluyen la apariencia (color y consistencia de la carne cruda), textura (terneza y jugosidad) y sabor (sabor y aroma). La carne de conejo puede cambiar de apariencia con el tiempo en exhibición: puede llegar a ser oscura y seca, o húmeda de acuerdo a los sistemas de empaquetado, con consecuencias para su aceptabilidad al consumidor; es un hecho que el consumidor asocia frescura y calidad con un buen color de carne magra (Dalle, 2002).

Los parámetros de la calidad de la carne, que son evaluados de forma consciente e inconsciente por el consumidor, constituyen las características organolépticas. Dichas características son el conjunto de propiedades perceptibles por nuestros sentidos que demandan y cuantifican los consumidores directamente. Las características organolépticas más importantes son: el color, la blandura ó ternura, la jugosidad, el aroma y el sabor, la textura y el aspecto (López et al., 2001).

### **Color**

El color es la primera característica sensorial apreciada por el consumidor, es extremadamente importante desde el punto de vista comercial porque la mayoría de los consumidores desarrollan fuertes preferencias respecto al color de la carne. El color depende de la cantidad de pigmento mioglobina del músculo (López et al., 2001). Las medidas del color en la carne son usualmente tomadas en cortes de carne de res, borrego ó cerdo, pero en las canales de conejo son comercializadas como una entera, de esta manera las mediciones de color en las canales se toman de diferentes sitios de músculos; parece ser un criterio sensible de calidad (Hernández et al., 1998).

Las propiedades de la carne y los parámetros de color en particular, están estrictamente relacionados al pH final, el cual influye en la textura del músculo y en la oxidación de los pigmentos hemo (Lambertini et al., 2006).

### **Textura**

De todos los atributos de calidad comestible de la carne, la textura y la dureza son actualmente considerados los más importantes por el consumidor promedio, siendo incluso mayores que el aroma ó el color (López et al., 2004; Lawrice, 1977). La blandura, ternura o ternura, sin significación apenas en cuanto a valor nutritivo, es fundamental para juzgar la calidad, éste parámetro define la facilidad con que la carne se mastica; su antagónico es la dureza (López et al., 2001). El instrumento más usado en la medida objetiva de la dureza es el Warner-Blatzer; mide la fuerza necesaria para cizallar y cortar una muestra cilíndrica de carne de 1 mm de espesor en libras o kilogramos; a mayor valor de la fuerza, mayor dureza de la carne (Price et al., 1994).

### **Jugosidad**

La jugosidad de la carne desempeña un papel importante en la impresión total de palatabilidad que percibe el consumidor, la liberación de jugos durante la masticación interviene en el proceso de fragmentación y reduce la sensación de dureza; además estos jugos contienen muchos componentes importantes del aroma y del sabor. La jugosidad viene dada por el grado de infiltración de grasa o

marmóleo, que evitan la sequedad de la carne; la jugosidad, junto con la ternura o ternura, determinan la textura de la carne. (López et al., 2001)

## **Sabor**

El sabor corresponde a las percepciones olfativas y gustativas durante la degustación; depende esencialmente de la composición lipídica. El aroma y sabor vienen determinados por una amplia gama de compuestos químicos presentes en concentraciones muy pequeñas, que no afectan al valor nutritivo, pero sí a la aceptabilidad. El sabor depende pues, de la carnosita, nucleótidos, ciertos aminoácidos libres, acción de microorganismos, la presencia de ácidos grasos libres y del grado de lipólisis de la carne (López et al., 2001). En investigaciones realizadas por Rødboten et al., (2004) han estudiado recientemente el perfil sensorial de la carne procedente de quince especies comerciales, situando a la carne de conejo entre las de menor intensidad de color, aroma y sabor, su jugosidad es media-baja, el grano muscular escaso, es la que presenta mayor ternura y la que menor sensación de grasa deja en la boca.

## **Métodos de medida**

Las características tecnológicas miden la capacidad de la carne para adaptarse a la serie de manipulaciones que tienen lugar durante los procesos de transformación y elaboración de productos de la misma. Por lo tanto tienen una gran importancia para el sector industrial. Entre estas características destacan la capacidad de retención de agua, pH, color, índice de yodo y punto de fusión de las grasas (López et al., 2001).

## **Capacidad de Retención de Agua (CRA)**

La CRA tiene especial interés por la influencia en la pérdida de peso en el proceso de transformación y por la calidad del producto obtenido. La CRA es función del pH de la carne, cada músculo tiene distinta CRA, por lo que no es una medida significativa, aunque sí indicativa (López et al., 2001). La determinación más precisa de la CRA es la centrifugación a alta velocidad; tras centrifugar la muestra, se extrae con pinzas, se seca y se pesa para determinar la pérdida de líquido (Price et al., 1994).

## pH

El pH de la carne tiene una gran influencia sobre muchas de sus propiedades comerciales: tiene efectos importantes sobre el color y la CRA, pero su influencia sobre el sabor y la ternura es muy ligero (López et al., 2004). La medida del pH se ha venido utilizando tradicionalmente como método para identificación de las carnes PSE y DFD, pero su aplicación resulta problemática. Fundamentalmente tiene un valor predictivo; el pH se mide empleando un potenciómetro con electrodo, in situ, usualmente en los músculos semimembranoso y dorsal. Al igual que la CRA, el pH es diferente en cada músculo (López et al. 2001).

El pH de la carne afecta muchas propiedades de la calidad de carne, incluyendo la CRA y el color en conejos. En la fase post mortem, el glucógeno es convertido en  $H^+$  y ácido láctico, resultando una caída del pH; por consiguiente, una posible razón para tal variación de músculos específicos en pH, puede ser la amplitud en el incremento del glucógeno contenido en el músculo (Gondret et al., 2005). Puesto que los músculos esqueléticos almacenan cantidades relativamente pequeñas de glucógeno (alrededor de 1% de su peso total), hay un límite para la cantidad de energía que se puede obtener por la vía glucolítica durante el ejercicio intenso. Además, la acumulación de lactato y la consiguiente disminución de pH que tienen lugar en los músculos activos reducen su eficacia (Bendall, 1978).

El proceso posterior a la muerte lleva a la transformación gradual del músculo a carne; con la exsanguinación, la única fuente posible de oxígeno para soportar el metabolismo aerobio es aquel que se encuentra unido a la mioglobina. Posteriormente cuando el oxígeno se agota, el tejido muscular adopta un metabolismo anaerobio, siendo la glucólisis la única vía para obtener energía. Con el establecimiento del mecanismo anaerobio, las reservas de glucógeno disminuyen y el ácido láctico se acumula en el tejido muscular, lo que lleva a una reducción del pH desde valores cercanos a 7 hasta 5.5-6.4 según la especie y manejo (Huí et. al., 2006). El pH da un buen estimado del potencial glucolítico del músculo si se mide después de un periodo de enfriamiento de cuando menos 22h de 2 a 4° C (Blasco et al., 1992).

El pH de la carne es un importante indicador de calidad, las variaciones de este afectan directamente a la estabilidad y propiedades de las proteínas, de su valor final dependerán prácticamente todos los atributos importantes de la calidad de la carne, como son: la CRA, la textura, y el color. La modificación del pH de la carne de conejo se inicia a partir del pH del músculo, que en conejos vivos es muy cercano a 7.0; sin embargo, después del sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus

propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post-mortem (*rigor mortis*), dichas reservas dependerán de las condiciones ante mortem como: transporte, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno y producción de ácido láctico, entre otros. La disminución del pH es una de las consecuencias de este fenómeno en carne de conejo, que pasa de un valor en el músculo de 7.0-7.2, a un pH final dependiendo del músculo, que oscila entre 5.6 (en músculos blancos o de actividad glicolítica) a 6.4 (en músculos rojos u oxidativos) y de los factores ante mortem ya mencionados. En la carne de bovino se ha encontrado que la velocidad de acidificación es más lenta en músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (glicolíticos), mientras que en la carne de conejo la velocidad de acidificación es la misma ( $3 \times 10^{-3}$  Unidades de pH/minuto), tanto en músculos oxidativos como en glicolíticos, los músculos de la porción delantera de la canal tienen pH más bajo que los músculos de parte trasera (Ramírez, 2004; Ramírez *et al*, 2006; y Dalle, 2002). El músculo de contracción lenta, músculo rojo, proporciona una tensión relativamente baja pero es muy resistente a la fatiga; produce ATP por el proceso relativamente lento, pero constante, de la fosforilación oxidativa, es muy rico en mitocondrias y está irrigado por una red muy densa de vasos sanguíneos que aportan el oxígeno necesario para la producción de ATP. Su color rojo se debe a los citocromos de las mitocondrias y a la hemoglobina de la sangre. Mientras que el músculo de contracción rápida, o músculo blanco tiene menos mitocondrias que el músculo rojo y un menor aporte de vasos sanguíneos, pero puede desarrollar una tensión mayor y más rápidamente; el músculo blanco se fatiga más pronto porque cuando está activo, utiliza el ATP a un ritmo más rápido del que puede reemplazarlo (Judge *et. al*, 1988).

Las características de la caída del pH están determinadas por las condiciones fisiológicas de los músculos al tiempo del aturdimiento, y pueden estar relacionadas a la producción de lactato, o para ser más específicos la capacidad del músculo para producir energía en la forma de ATP (Henckel *et al.*, 2000). El pH final puede ser alterado por la manipulación de intervalos entre la última alimentación y el sacrificio (Eikelenboom *et al.*, 1991). Para el caso del conejo, el pH se mide normalmente en el músculo *longissimus dorsi* (Ld) y en el *biceps femoris* (Bf) encontrándose valores de 5.6-5.7 en Ld y 6.2-6.4 en Bf, hasta la fecha no se han reportado razas de conejos que presenten cinéticas de acidificación o valores de pH finales por debajo de los ya mencionados, como en el caso del cerdo, el cual puede presentar pH por debajo de 5.5 y como consecuencia obtener carnes PSE, de tal forma que la carne de conejo no presenta estado exudativo (Ramírez, 2004).

## **Factores que afectan la calidad de la carne**

Los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne y son responsables del 90% de los problemas suelen dividirse en tres grupos:

### a) Factores intrínsecos del animal:

En conejos, la edad de sacrificio generalmente oscila de las 9 a las 13 semanas (Larzul et al., 2004).

En la mayoría de las especies los machos tienen mayor potencial de crecimiento que las hembras; mientras que en los conejos estas diferencias no llegan a ser importantes, probablemente porque los animales se sacrifican muy jóvenes, mucho antes de que alcancen la pubertad, etapa en que las diferencias empiezan a ser notables (Barrón et. al, 2001).

Relativamente pocos estudios han sido hechos comparando la calidad de la canal y la carne entre razas o líneas de conejos. (Pla et al., 1998)

### b) Condiciones Pre mortem:

En orden para limitar efectivamente al animal a la exposición del estrés una particular atención debe ser retribuida al manejo del animal durante la fase pre-sacrificio (Lambertini et al., 2006).

La ocurrencia de las carnes DFD y PSE en cerdos está relacionada con el estrés ante mortem (Pérez et al., 2002).

El estrés causa cambios metabólicos que pueden tornarse adversos afectando la calidad de la carne en pequeños rumiantes (Kadim et al., 2006)..

El color oscuro en los músculos es una condición comúnmente encontrada cuando los animales son expuestos a situaciones donde la depleción de los niveles de glucógeno del músculo es antes del sacrificio. Caracterizado por un elevado pH post mortem, los músculos oscuros tienen una incidencia negativa en el impacto económico (Kadim et al., 2006).

El transporte, la restricción de agua y/o alimento, y el método de sacrificio son factores estresantes que contribuyen en la pérdida de peso y en un pobre rendimiento de la canal (Mota et al., 2006; Leheska et al, 2003).

c) Condiciones post mortem:

Higiene durante la manipulación, almacenamiento, velocidad de enfriamiento, velocidad de descenso del pH.

### **Transporte**

El transporte puede ser entendido como una extensión de la granja, pero con unas características muy especiales. En este caso el alojamiento es distinto y se halla en movimiento, transcurriendo por lugares cambiantes, con características ambientales variables que pondrán a prueba los mecanismos de adaptación de los animales (Liste et al., 2004b). Durante el proceso de transporte existen muchos puntos críticos que pueden poner en riesgo todo el trabajo de los cunicultores y reducir significativamente sus ingresos. El cambio de ambiente que sufren los animales al ser transportados y la novedad del mismo es el principal factor de estrés durante este proceso, es necesario un periodo de adaptación para permitir una adecuación de su homeostasis para minimizar las consecuencias del estrés producido por este cambio. Un tiempo mínimo de espera pre sacrificio es necesario para que los animales se recobren de la respuesta de estrés causado durante el transporte, es aceptado que ciertos niveles de estrés pueden afectar la calidad de la carne (Liste et al., 2004a). Villarroel et al., 2003, han reportado que a largos tiempos de transporte incrementan los indicadores de estrés tales como el cortisol, creatin kinasa y lactato.

El transporte y manejo pre sacrificio afecta tanto el peso como la calidad de carne (Kadim et al., 2006); el pobre manejo causa pérdidas económicas tanto para las granjas como para los rastros. Algunos factores de estrés afectan el bienestar de animales transportados incluyendo las variaciones de velocidad y vibración de los camiones, contacto con extraños, hacinamiento, establecimiento de nuevas jerarquías y las condiciones climáticas como humedad y altas temperaturas. El transporte, ayuno, sacrificio y falta de agua son también factores estresantes que contribuyen a la pérdida de peso y pobre rendimiento de la canal, causando ambas respuestas fisiológicas y conductuales en el animal (Mota et al. 2006).

Actualmente, algunos autores muestran un impacto negativo del transporte en el peso vivo de los conejos y en los parámetros de sacrificio, en algunos ensayos el efecto de las jornadas largas es considerado como una variable separada del ayuno y privación de agua. Por el diferente tiempo de transporte (1h, 2h ó 4h) la pérdida de peso vivo se ve fuertemente influenciada, la cual incrementa con el tiempo de transporte (Lambertini et al., 2006).

Poco es sabido sobre los cambios sensoriales en la calidad de carne con respecto a la distancia de viaje de los animales al rastro (Villarroel et al., 2003); sin embargo está claro que incluso viajes a distancias cortas pueden reducir el peso vivo, disminuir las reservas de glucógeno e incrementar la temperatura de la carne, y esto no siempre es reflejado en el pH final. Ya que en estudios realizados por María et al., (2003), no encontraron cambios significantes en el pH final en animales transportados.

La transportación puede incrementar el pH final y el obscurecimiento de la carne (Lambertini et al., 2006), pero puede mejorar la terneza en la carne. (María et al., 2006; Trocino et al., 2002). Un período largo en el transporte de conejos provoca acidificación de la carne y carne oscura. (Lambertini et al., 2006). En otro estudio realizado por María et al. (2006), concluyen que en general, el transporte afecta diversas medidas de calidad de carne y sus efectos dependen de la temporada del año en la que los conejos son transportados, siendo más alto el efecto en verano que en invierno.

Por otra parte en estudios realizados en cabras por Kadim et al. (2006), encontraron que la transportación por 2h a una alta temperatura ambiental (37° C) tiene un efecto significativo en el peso vivo. Mientras que en una revisión realizada por Knowles, (1998), concluye que los borregos comparados con otras especies ganaderas son particularmente más tolerantes a ser transportados.

El transporte y manejo antes del sacrificio afecta el peso del animal y la calidad de carne, un pobre manejo causa pérdidas para los productores, los transportistas y los rastros (Mota et al., 2006). En general la bibliografía existente sobre el efecto del transporte sobre el bienestar y la calidad de la carne de conejo es escasa; se sabe que el transporte de la granja al matadero es una de las principales causas de estrés en los conejos comerciales (Masoero, 1992; Liste et al., 2004a).

### **Ayuno pre-sacrificio**

Inevitablemente, los animales pasan algún tiempo privados de alimento en los periodos entre la salida de la unidad de producción y el sacrificio; adicionalmente pueden ser privados del agua, ocasionando la movilización de tejido de reserva para proveer de energía al animal para mantener las funciones vitales del cuerpo, aunada a la deshidratación, la cual también puede ocurrir, lleva a perdidas potenciales en el rendimiento de la canal y el peso de vísceras comestibles como el hígado (Warris, 1990). También, el tiempo de ayuno antes de la carga influye en el sacrificio, la pérdida de peso vivo, y la acción combinada de los dos parámetros (tiempo de espera-ayuno) parece incrementar los efectos.

En el caso de otras especies animales como en los pollos, la pérdida de peso que se produce tras 4-6h de ayuno, es de 0,2 % a 0,5% por hora, que es cuando las aves comienzan a metabolizar parte de los tejidos corporales (De la Fuente, 2004). En tanto que en estudios realizados por Knowles et al., (1995b), encontraron que la privación de comida ó de agua y comida durante 24h causaba una pérdida de peso de un 10 % (0,43 % por hora) y que de esa pérdida de peso, el 41 % era pérdida como peso de la canal (De la Fuente, 2004). Mientras que en estudios hechos con rumiantes, estos son menos susceptibles que los cerdos a cortos periodos de inanición; toleran mejor el ayuno, debido a que el rumén actúa como reserva de agua y de nutrientes potenciales. En una res adulta, el contenido intestinal puede llegar a pesar más del 20% del peso vivo. Una gran proporción de la pérdida en peso vivo y contenido intestinal ocurre con las 24h iniciales de la privación de alimento, y la pérdida de peso es más rápido durante las primeras 12h sin alimento y agua. (Warris, 1990). Los rumiantes terneros con un peso medio de 396 kg, que fueron sometidos a 4 tiempos de ayuno, 12, 24, 48 y 96h, presentaron unas pérdidas de peso de 6, 8, 12 y 14 %, respectivamente (De la Fuente, 2004). Sin embargo en otro estudio realizado por Fernández et al., (1996) el efecto del periodo de ayuno por 11h en terneros no afectó significativamente el peso vivo, pero mostraron una marcada pérdida de peso por efecto de la duración del transporte. En rumiantes el peso del hígado se reduce con el ayuno y los grandes efectos parecen ocurrir en las primeras 24h, una observación común es que el contenido ruminal llega a ser más acuoso y también reduce su volumen (Warris, 1990).

La ventaja del ayuno pre sacrificio es para incrementar la seguridad alimentaría y proveer calidad a la carne (Faucitano et al., 2006). El significado de la causa de pérdida de peso vivo es ciertamente la reducción del peso del llenado del tracto gastrointestinal (Lambertini et al., 2006). Un llenado del tracto gastrointestinal resulta en una pesada labor en la evisceración, incrementa el riesgo de contaminación bacterial de la canal si es cortado accidentalmente (Beattie et al., 2002; Eikelenboom et al., 1991; Warris et al., 1983). El riesgo de contaminación de la canal es considerablemente reducido si el estómago está vacío en el momento del sacrificio (Faucitano et al., 2006; Knowles et al., 1996).

La privación de alimento pre sacrificio, es una de las mejores ventajas en que numerosos estudios han demostrado que el ayuno ante mortem reduce la incidencia de carnes PSE en cerdos. Un ayuno por más de 48h antes del sacrificio ha sido mostrada para tener numerosos beneficios, tales como recuperar una pequeña cantidad de alimento por cerdo, reduciendo la mortalidad durante el transporte (Beattie et al., 2002).

Uno de los estándares incluidos en muchos códigos de práctica o legislación requieren que los animales deben estar ayunados antes del sacrificio en intervalos razonables y estar dando agua *ad libitum*. (Faucitano et al., 2006).

En un estudio realizado por Faucitano et al. (2006), ellos concluyen que cuando el ayuno no está complicado por otras prácticas pre sacrificio (p. e. mezcla, transporte largo o prolongado tiempo), el glucógeno muscular no desciende a tal grado, para que la calidad de la carne de cerdo este influenciada negativamente. Lendfers (1974) citado por Eikelenboom et al, (1991), concluye que el ayuno en cerdos reduce la incidencia de muertes durante el transporte. Aparentemente, la alimentación hasta el momento del viaje da como resultado más estrés para los animales.

#### **IV.- OBJETIVOS**

En la actualidad en México no se paga la calidad de la canal, lo mismo da vender una canal con afecciones (pálida, suave y exudativa) PSE y (dura, firme y seca) DFD, si el pH descendió bruscamente o no, si los animales fueron estresados o se siguieron las reglas de bienestar animal. Por ello es trascendental evaluar no sólo la inocuidad de las carnes en las plantas de sacrificio, sino también caracterizar variables en la canal que permitan un pago adicional si las canales cumplen con estándares de calidad enfocados a pH estable, color ideal, enfriamiento rápido entre otros. Existen una gran cantidad de factores que alteran la calidad de la canal y de la carne, por lo que el presente estudio plantea: ¿El período de ayuno afecta el pH y el rendimiento de la canal de conejos de raza Nueva Zelanda?

##### **Objetivo General:**

Evaluar el efecto de tres diferentes periodos de ayuno (control 0h, 12h y 24h) sobre el pH de la carne y el rendimiento de la canal de conejos de raza Nueva Zelanda.

##### **Objetivos Particulares:**

- a) Evaluar el efecto de tres diferentes periodos de ayuno (control 0h, 12h y 24h) sobre el pH de la canal caliente y fría.
- b) Evaluar el efecto de tres diferentes periodos de ayuno (control 0h, 12h y 24h) sobre el rendimiento de la canal caliente.

## V.- MATERIAL Y MÉTODO

La realización del presente estudio se llevó a cabo en los módulos de cunicultura y Taller de Carnes ubicado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, (FES-C, campo 4). Ubicado en la carretera Cuautitlán-Teoloyucan km. 2.5, San Sebastian Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Esta zona se orienta geográficamente a 19° 40' 50" latitud norte y 99° 12' 25" longitud oeste, se encuentra a 2252 metros sobre el nivel del mar (msnm), su clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano y humedad media (Cw1) y una precipitación pluvial al año promedio de 605 mm<sup>3</sup>. La temperatura promedio anual es de 16° C, siendo la mínima 5° C y la máxima de 27.8° C. Durante los meses de Agosto-Octubre del 2007.

### a) Animales

Se sacrificaron un total de 60 conejos machos de la raza Nueva Zelanda, provenientes del módulo de cunicultura de dicha institución, los cuales en el período de engorda fueron alimentados a base de concentrado comercial con los siguientes aportes: Humedad 12%, Proteína 16.5%, Grasa 2.0%, Calcio 0.2%, Fibra 14.5%, Cenizas 9.0%, E.L.N. 46.0% y Fósforo 0.7%. Los animales fueron trasladados del módulo de cunicultura al taller de carnes a una distancia de 200 metros aproximadamente.

El estudio se realizó cuando los animales cumplieron 70 días de edad, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos: T1 ayuno de 24h; T2 ayuno de 12h y T3 sin ayuno (control).

TRATAMIENTOS	CON AYUNO		CONTROL
	T1	T2	(SIN AYUNO)
	24 h	12 h	0 h
ANIMALES	20	20	20
TOTAL ANIMALES	60		

### b) Manejo previo al sacrificio

Se tomó el peso antes del ayuno (P0) de todos los animales, así como los pesos antes del sacrificio (P1), utilizando una báscula digital (Tor Rey tipo PCL, con capacidad de 20 Kg) con la finalidad de poder determinar la pérdida de peso por efecto del ayuno y el rendimiento de la canal caliente y fría (pérdida por almacenamiento).

### **c) Sacrificio**

Todos los animales utilizados fueron aturdidos (insensibilizados) y sacrificados de acuerdo con las prácticas normales del taller de carnes. El aturdimiento fue por dislocación cervical, se realizó sujetando al conejo de la región de la cabeza con una mano y con ayuda de la otra mano de los miembros posteriores, haciendo tracción para lograr la separación de las vértebras cervicales entre el atlas y el axis (Guerrero et al, 2006). El sacrificio se realizó por exsanguinación en la región cervical (NOM-033-ZOO-1995), dentro de los 30 segundos después del aturdimiento.

### **d) Mediciones en la canal**

Durante el faenado se registro el peso del hígado, una vez concluido el faenado se determinó el peso de la canal caliente, utilizando la báscula antes descrita.

Conejo en canal: es el cuerpo del animal sacrificado, desangrado, sin piel, abierto a lo largo de la línea media (externo-abdominal), con cabeza, extremidades seccionadas a nivel del metatarso y metacarpo, y eviscerado (pudiendo contener el hígado, corazón y riñones) (NMX-FF-105-SCFI-2005).

Para la determinación del pH en la canal caliente (0h) , (la medición se efectuó dentro de los primeros 15 minutos posteriores al sacrificio (pH inicial ó 0h)) y fría (24h) (la medición se efectuó después de un periodo de refrigeración de 24h a una temperatura de 2 °C ( $\pm 2$ )). Se utilizó un potenciómetro Hanna Instruments (Penetration pH electrode, HI8314, membrana pHmeter. 115V-60Hz. Cod.1.1176), la medición se efectuó en los músculos *Biceps femoris* (Bf) pierna derecha y *Longissimus dorsi* (Ld) a nivel de la quinta vertebra lumbar, similar a la técnica empleada por Blasco (1990) y Hernández et al. (1998).

### e) Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron con un Diseño Completamente al Azar bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots t$$

$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

Donde:  $Y_{ij}$  = Variable respuesta en tratamiento  $i$ , repetición  $j$ .

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento

$\xi_{ij}$  = Error aleatorio

Para determinar la existencia de diferencia significativas entre medias de tratamientos se utilizó la prueba estadística de Tukey ( $p < 0.05$ ). Para el caso particular de la variable pH, se analizó utilizando una prueba no paramétrica, de Kruskal-Wallis. En la elaboración de los análisis estadísticos se empleo el programa SAS (versión 2002).

## VI.- RESULTADOS

En la tabla 2 se muestra el rendimiento en conejos con diferentes variables (peso ante ayuno, peso post ayuno, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, peso del hígado y peso del estómago e intestinos) por efecto de tres periodos de ayuno (24h, 12h y 0h).

Tabla 2. Efecto del periodo de ayuno . Media y desviación estándar de los pesos de conejo con diferentes periodos de ayuno.

Variables	Conejos con Ayuno	Conejos con Ayuno	Conejos con Ayuno
	(T3) 0h	(T2) 12h	(T1) 24h
	Med ± Desv Est	Med ± Desv Est	Med ± Desv Est
Peso Anteayuno (g)	2090±265.56 <sup>a</sup>	2195±250.23 <sup>a</sup>	1986±338.16 <sup>a</sup>
Peso postayuno (g)	2080±272.21 <sup>a</sup>	2170±322.25 <sup>a</sup>	1940±333.41 <sup>a</sup>
Peso canal Caliente (g)	1160±150.58 <sup>a</sup>	1235±131.71 <sup>a</sup>	1105±193.71 <sup>a</sup>
Rendimiento de la canal %	55.50 <sup>a</sup>	56.26 <sup>a</sup>	55.63 <sup>a</sup>
Peso canal fría (g)	1145±150.58 <sup>a</sup>	1241.25±161.57 <sup>a</sup>	1090±192.38 <sup>a</sup>
Peso hígado (g)	46.26±4.16 <sup>a</sup>	39.10±22.52 <sup>a</sup>	44.14±6.41 <sup>a</sup>
Peso Estómago e intestinos (g)	292.56±76.79 <sup>a</sup>	360.8±54.41 <sup>a</sup>	301.68±48.35 <sup>a</sup>

ABC, Literales diferentes en la misma fila señalan diferencias significativas según la prueba de Tukey (p<0.05).

El peso anteayuno, peso de la canal caliente, rendimiento de la canal, peso de la canal fría, peso del hígado y peso del estómago e intestinos no muestran una diferencia estadísticamente significativa entre los tres periodos de ayuno de 0h, 12h y 24h.

El peso postayuno, muestra una diferencia numérica por efecto del periodo de ayuno, incrementándose ésta con el mismo; esta diferencia numérica no es estadísticamente significativa entre los tres periodos de ayuno de 0h, 12h y 24h.

En la tabla 3 se muestran los diferentes valores de pH (0h y 24h), en los músculos *Longissimus dorsi* (Ld) y *biceps femoris* (Bf) por efecto del periodo de ayuno (0h, 12h y 24h).

Tabla 3. Media y desviación estándar del pH de músculos de conejo con diferentes periodos de ayuno.

	Control	Ayuno 12h	Ayuno 24h	$\alpha$
	Med±Desv	Med±Desv	Med±Desv	
	Est	Est	Est	
pH Ld 0hrs	6.35±2.12	6.45±0.14	6.33±0.11	0.6333
pH Bf 0hrs	6.43±0.25	6.47±0.18	6.56±0.12	0.9188
pH Ld 24hrs	6.05±0.10	5.95±0.10	5.95±0.15	0.8455
pH Bf 24 hrs	6.08±0.17	6.11±0.06	6.21±0.19	0.0033

Ld= *Longissimus dorsi* ; Bf=*biceps femoris*

El pH del músculo Ld evaluados a las 0h y 24h, no muestra diferencia estadísticamente significativa para los diferentes periodos de ayuno de 0h, 12h y 24h.

El pH del músculo Bf a las 0h no muestra diferencia estadísticamente significativa entre los tres periodos de ayuno de 0h, 12h y 24h. No así para el pH final (24h), que mostró una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tres periodos de ayuno de 0h, 12h y 24h, siendo mayor en los animales donde el ayuno fue de 24h.

## VII.- DISCUSIÓN

Las investigaciones realizadas sobre el efecto de los periodos de ayuno en diferentes tiempos sobre la pérdida de peso corporal en los conejos han tenido resultados negativos en la producción de la carne de conejo; ya que los conejos pierden entre un 3 y un 4% de su peso durante un período de 12h de ayuno, que se incrementa a 4.2 % después de 15h, en un 6 y 10% después de 24h y llegan hasta el 10 y 12% tras un ayuno entre 36 y 48h. (Jolley, 1990). Mientras que en otro estudio realizado por Coppings et al., (1989); los resultados obtenidos para la pérdida de peso vivo después de un periodo de ayuno a tiempos de 12 y 24h, fueron de 126.7 g representando un 7% y de 134.8 g representando un 6.3 % respectivamente. Sin embargo en el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por efecto del ayuno. En cuanto a pérdida de porcentaje y gramos de peso vivo por efecto del periodo de ayuno se obtuvo lo siguiente: para 12h fueron 25 g, lo que representa el 1.13%; y para 24h fueron 46 g, lo que representa el 2.31%, quedando estos valores por debajo de lo que obtuvieron los autores anteriores.

No solo el ayuno produce pérdida de peso, sino que el hecho de ser transportados también influye. Se han descrito pérdidas de peso de 200 g en conejos sometidos a un periodo de ayuno de 24h y transportados durante 2h, mientras que cuando sólo fueron sometidos a ayuno durante 24h, las pérdidas fueron de 138 g (Coppings et al., 1989; De la Fuente, 2004). Las pérdidas de peso al comienzo del transporte son más elevadas por la defecación y la micción (Knowles et al., 1995a). La privación de alimento con agua con el transporte es un factor estresante que evoca la máxima estimulación adrenal. (Parrott et al., 1989)

Szendró et al., (1992) encontraron que el ayuno progresivo de 6h, 12h, 18h y 24h incluyendo el transporte (4h) y espera antes del sacrificio (2h) afectó a la pérdida de peso de conejos llegando a ser máximo a las 18h de ayuno (8,0 %) frente a las pérdidas con 6h (3,6 %). Sin embargo en el estudio realizado no encontramos diferencias estadísticamente significativas en lo que se refiere a la pérdida de peso de los conejos.

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el rendimiento de la canal por efecto del periodo de ayuno. En estudios realizados por Luzi et al., (1994) citado por De la Fuente, (2004), encontraron que las pérdidas de peso en conejos durante el transporte eran mayores a medida que aumentaba la duración del mismo, mientras que el rendimiento de la canal no se veía afectado. Un conejo de raza Nueva Zelanda de 10 semanas y un peso vivo de 2,250 kg, da una canal de 1,395 kg, peso que después de las pérdidas por oreo y corte de patas queda reducido a 1,285 kg. su rendimiento es pues, del 57,1%. (Moreno, 2006). En un

estudio realizado por Del Río (1998), el rendimiento de la canal de conejo de la raza Nueva Zelanda fue del 61.02%. Para el presente estudio el promedio en el rendimiento de la canal fue de 55.79%.

El peso del hígado de los conejos no transportados es aparentemente determinado por el total de la duración del ayuno, (Jolley, 1990). El transporte por 6h causa un promedio adicional de pérdida de peso en el hígado de aproximadamente 24 g, equivalente a un ayuno adicional de 10h. (Jolley, 1990). Sin embargo en un estudio realizado en cerdos por Becker et al., (1989), la pérdida de peso del hígado disminuye como resultado del ayuno, pero el efecto del transporte no causa una pérdida adicional.

La pérdida de peso del hígado se incrementa proporcionalmente con la duración del ayuno, dependiendo si el ayuno es solo de comida, de agua o ambos (De la Fuente, 2004). En el estudio realizado el peso del hígado no mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los tres períodos de ayuno de 0h, 12h y 24h.

Tanto el período de ayuno como el método de aturdimiento son factores que generan estrés en el animal antes del sacrificio esto origina una reducción del glucógeno en el músculo, reduciendo consecuentemente la producción de ácido láctico post mortem y disminuye el pH de la carne. (Mounier et al., 2006). El contenido de glucógeno muscular al momento del sacrificio tiene una importante influencia en las reacciones bioquímicas post mortem que determinan la calidad de la carne. Las deficiencias de glucógeno, pueden resultar de un estrés fisiológico causado por actividad física o excitación emocional. Ambas condiciones son comúnmente encontradas en los animales en el período inmediato de presacrificio. (McVeigh et al., 1982).

La concentración de glucógeno en el hígado cae rápidamente entre 6h y 12h de ayuno, y la concentración de glucógeno en el hígado de conejos transportados es influenciada por la disponibilidad de agua. (Jolley, 1990). Coppings et al (1989), reportaron pérdidas de peso en el hígado, corazón y riñones de conejos privados de comida y agua, posiblemente debido a las pérdidas de agua. Aunque Jolley en otro estudio reporta que el peso de corazón y riñones no se ven afectados por el transporte o ayuno.

En lo que respecta al las variables de pH, en un estudio realizado por Masoero et al. (1992) no se encontraron diferencias en el pH muscular en el *Longissimus dorsi* a las 24h tras el sacrificio, tanto a nivel de la 7<sup>a</sup> vértebra torácica, como en la 6<sup>a</sup> lumbar, entre los animales sometidos a un ayuno de 24h con respecto a los no sometidos a ayuno. En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en lo que es el pH a las 0 h en los músculos Bf y Ld, no así para el pH final (24h) para el músculo Bf.

Estudios hechos por Blasco y Piles (1990), sobre el pH a las 0h en dos músculos (Ld y Bf) mostraron que no habían diferencias significativas en conejos sacrificados sin sufrir estrés por transporte.

Después del sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post mortem (rigor mortis), las cuales dependerán de las condiciones antemortem (transporte, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno, producción de ácido láctico, entre otras). Una de las consecuencias de éste fenómeno en la carne de conejo, es la disminución de pH, que pasa de un valor en el músculo de 7.0 a 7.2, a un pH óptimo dependiendo del músculo que oscila entre 5.6 (en músculos blancos o de actividad glicolítica) a 6.4 a (en músculos rojos u oxidativos). (Ramírez et. al., 2006)

## VIII.- CONCLUSIONES

El periodo de ayuno de 12 y 24h no afectó significativamente el rendimiento de la canal de conejo de la raza Nueva Zelanda sacrificados a los 70 días.

El pH inicial (0h) no se ve afectado por el periodo de ayuno.

El pH a las 24h del músculo *Biceps femoris* presentó diferencias significativas para los tratamientos de ayuno de 12 y 24h; pero sin alterar la calidad de la carne, ya que estos valores están dentro de los recomendados (5.6-6.4).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son diferentes a los citados por otros autores, esto puede deberse al peso, edad al sacrificio, la raza y el sexo de los conejos utilizados. Además de no tener un efecto estresante adicional como es el transporte.

## **IX.- RECOMENDACIONES**

Practicar un periodo de ayuno antes del sacrificio puede resultar una gran ventaja al tener un ahorro en el consumo de alimento, ya que en el presente estudio no se ve afectado el rendimiento de la canal, por efecto de este.

Que se realicen estudios integrales que contemplen a demás del rendimiento, el bienestar animal, y la calidad de la carne, que nos permitan identificar cual sería el manejo adecuado para esta especie.

## **X.- BIBLIOGRAFÍA**

1. Barrón G. M., Zamora F. M. 2001. Características de la canal en tres razas de conejos. Revista FESC divulgación científica multidisciplinaria, año 4 No. 11, pp.7 – 12.
2. Beattie V. E.; Burrows M. S.; Moss B. W. and Waetherup R. N. 2002. The effect of food deprivation prior slaughter on performance, behaviour and meat quality. Meat science 62: 413-418.
3. Becker B. A.; Mayes H. F.; Hahn G. L.; Nienaber J. A.; Jesse G. W.; Anderson M. E.; Heymann H.; Hedrick H. B. 1989. Effect of fasting and transportation on various physiological parameters and meat quality of slaughter hogs. J. Animal Science 67: 334-341.
4. Bendall J. R. 1979. Relations between muscle pH and important biochemical parameters during the post-mortem changes in mammalian muscles. Meat science 3: 143-158.
5. Blasco A., Ouhayon J., Masoero G. 1992. Status of rabbit meat and carcass: Criteria and terminology. Options méditerranéennes, 17: 105 - 120.
6. Blasco A., Piles M. 1990. Muscular pH of the rabbit. Annales Zootechnie, 39: 133-136.
7. Cheeke P. 1995. Alimentación y nutrición del conejo. España: Acribia.
8. Climet, B. 1977. Teoría y práctica de la explotación del conejo. México: Continental
9. Copings R. J.; Ekhtor N. and Ghodrati A. 1989. Effects of antemortem treatment and transport on slaughter characteristics of fryer rabbits. J. Animal Science 67: 872-880.
10. Dalle Zotte A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock Production Science, 75: 11-32.
11. De la Fuente V. J. 2004 Bienestar animal en el transporte de conejos a matadero. Tesis Doctoral. España.
12. Del Río M. R. 1998. Evaluación del peso y rendimiento de la canal de Conejos de las razas: Nueva Zelanda Blanco, California, Chinchilla y sus híbridos. Tesis de licenciatura FES Cuautitlán, UNAM.

13. Eikelenboom G.; Bolink A. H. and Sybesma W. 1991. Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat science* 29: 25-30.
14. Estación Meteorologica, 2006. FESC, UNAM, México.
15. Faucitano L.; Saucier L.; Correa J. A.; Méthot S.; Giguère A.; Foury A.; Mormède P. and Bergeron R. 2006. Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on carcass and meat quality, and urinary cortisol in pigs. *Meat science* 74: 697-703.
16. Fernandez X.; Monin G.; Culioli J.; Legrand I. and Quilichini Y. 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in friesian-holstein calves. *J. Animal Science* 74: 1576-1583.
17. Gamboa R. C.; Becerril P. C.; Pro M. A.; García M. R.; González R. V. 2002. Caracterización de la producción de conejos a pequeña escala en Texcoco, México. 2do congreso de cunicultura de las Américas. La Habana 230-231.
18. Gamboa R. C.; Becerril P. C.; Pro M. A.; García M. R.; González R. V. 2002. Consumo y aceptación de la carne de conejo en Texcoco, México. 2do congreso de cunicultura de las Américas. La Habana 227-229.
19. Guerrero M. Y., Flores P. S., Becerril H. M., Cardona L. A., Alonso S. M., Zamora F. M., Toca J., Ramírez R., Toca J. A. and Mota R. D. 2007. Insensibilization of California breed rabbits and it's effect on sanguineous pH, temperature, glucose levels, creatine kinase and slaughter performance. *Journal of animal and veterinary advances* 6 (3): 410 – 415.
20. Gondret F.; Larzul C.; Combes S. Ad H. De Rochambeau. 2005. Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits. *Journal of animal science* 83:1526-1535.
21. Henckel P.; Karlsson A.; Oksbjerg N. and Petersen J. S. 2000. Control of post mortem pH decrease in pigs muscles: experimental design and testing of animal models. *Meat science* 55: 131-138.
22. Hernández P. 2004. Calidad nutricional de la carne de conejo. *Cunicultura*. 1: 17-21.

23. Hernández P; Pla M; Blasco A. 1998. Carcass characteristics and meat quality of Rabbit lines selected for different objectives: II Relationships between meat characteristics. *Livestock Production Science* 54: 125 – 131.
24. Huí Y. H.; Guerrero L. I. and Rosmini M. R. 2006. *Ciencia y tecnología de carnes*. México D. F. Limusa.
25. Jolley P. 1990. Rabbit transport and its effects on meat quality. *Applied animal behaviour science*. 28: 119-134.
26. Judge M. D.; Aberle E. D.; Forrest J. C.; Hedrick, H. B. and Merkel R. A. 1988. Growth and development of carcass tissues. In: *Principles of Meat Science*. Iowa. Kendall-Hunt Publishing.
27. Kadim I. T.; Mahgoub O.; Al-Kindi A.; Al-Marzooqi W. and Al-Saqri N. M. 2006. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological response, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat science* 73: 626-634.
28. Knowles T. G. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Veterinary Record* 143: 212-219.
29. Knowles T. G.; Brown S. N.; Warris P. D.; Phillips A. J.; Dolan S. K.; Hunt P.; Ford J. E.; Edwards J. E.; and Watkins P. E. 1995a. Effects on sheep of transport by road for up to 24 hours. *Veterinary Record* 136: 431-438.
30. Knowles T. G.; Warris P. D.; Brown S. N.; Edwards J. E. and Mitchell M. A. 1995b. Response of broilers to deprivation of food and water for 24 hours. *British Veterinary Journal* 151: 197-202.
31. Knowles T. G.; Ball R. C.; Warris P. D. and Edwards J. E. 1996. A survey to investigate potential dehydration in slaughtered broiler chickens. *British Veterinary Journal* 152: 307-314.
32. Lambertini L.; Vignola G.; Badiani A.; Zaghini G. and Formigoni A. 2006. The effect of journey time and stocking density during transport on carcass and meat quality in rabbits. *Meat science* 72: 641-646.

33. Larzul C., Thébault R. G., Allain D. 2004. Effect of feed restriction on rabbit meat quality of the Rex du Poitou. *Meat science*, 67: 479 – 484.
34. Lawrice R. A. 1977. *Ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia
35. Lebas F. 1986. *El Conejo Cría y Patología*. Roma: FAO.
36. Leheska J. M.; Wulf D. M. and Maddock R. J. 2003. Effects of fasting and transportation on pork quality development and extent of postmortem metabolism. *Journal of animal science*, 81: 3194-3202.
37. Liste G.; Maria G. A.; Campo M.; Buil T.; Olleta J.; Sañudo C.; López M.; Villarroel M.; 2004a. Efecto del tiempo de espera pre sacrificio sobre la calidad sensorial de la carne en conejos comerciales. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
38. Liste G.; Maria G. A.; Villarroel M.; López M.; Olleta J.; Sañudo C.; Buil T.; García-Belenguer S. y Chacón G. 2004b. Efecto del transporte sobre la calidad de la carne y el bienestar animal en conejos comerciales durante la estación cálida en Aragón. XXIX Symposium de cunicultura de ASESCU, Lugo 62-68.
39. López G.; Carballo G. B.; Madrid V. A. 2001. *Tecnología de la carne y productos cárnicos*. Madrid: Mundiprensa
40. López V. R.; Caspvanadocha A. 2004. *Tecnología de mataderos*. México: Mundiprensa
41. María G. A.; Buil T.; Liste G.; Villarroel M.; Sañudo C. and Olleta J. L. 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat science* 72: 773-777.
42. María G. A.; Villarroel M.; Sañudo C.; Olleta J. L. and Gebresenbet G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat science* 65: 1335-1340.
43. Masoero G.; Riccioni L.; Bergoglio G. and Napolitano F. 1992. Implications of fasting and transportation for a high quality rabbit meat product. *Journal of Applied Rabbit Research*. 15: 841-847.
44. McVeigh J. M. and Tarrant P. V. 1982. Glycogen content and repletion rates in beef muscle, effect of feeding and fasting. *J. Nutrition* 112: 1306-1314.

45. Moreno G. 2006. Higiene e inspección de carnes Vol. VI. España.
46. Mota-Rojas D.; Becerril M.; Lemus C.; Sánchez D.; González M.; Olmos S. A.; Ramírez R.; Alonso-Spilsbury M. 2006. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post slaughter performance and pork quality in Mexico. *Meat science* 73: 404-412.
47. Mournier L., Dubroeuq H., Andanson S. and Veissier I. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. 2006. *J. Animal Science* 84: 1567-1576.
48. NMX-FF-105-SCFI-2005. Productos pecuarios – carne de conejo en canal – calidad de la carne – clasificación.
49. NOM-033- ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres .
50. Parrot R- F. and Misson B. H. 1989. Changes in pig salivary cortisol in response to transport simulation, food and water deprivation, and mixing. *British Veterinary Journal*, 145: 501-505.
51. Pérez M. P.; Palacio J.; Santolaria M. P.; Aceña M. C.; Chacón G.; Gascón M.; Calvo J. H.; Zaragoza P.; Beltran J. A. and García-Belenguer S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat science* 61: 425-433.
52. Pla M; Guerrero L.; Guardia D.; Oliver M. A. and Blasco A. 1998. Carcass Characteristics and meat quality of Rabbit lines selected for different objectives: I Between lines comparison. *Livestock Production Science* 54: 115 – 123.
53. Price J. F.; Schweigert B. S.; 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia
54. Ramírez T. J. 2004. Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis Doctoral. España.
55. Ramírez R.M.; Mota-Rojas D.; Reyes ADL.; Becerril-Herrera M; Flores-Peinado S; Alonso-Spilsbury M.; Cardona L.A.; Ramírez-Necoechea R. and Lemus-Flores C. 2006. Slaughtering process, carcass yield and cutting process in California and Chinchilla rabbit breeds. *J. Food Technology*. 4 (1).

56. Rødboten M.; Kubeerød E.; Lea P. and Ueland Ø. 2004. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. *Meat science*, 68: 137-144.
57. Sandford J.C. 1988. *El Conejo Doméstico: Biología y Producción*. Zaragoza: Acribia.
58. Szendrő Z. and Kustos K. 1992. The effect of starvation on the carcass yield of new zeland white rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*. 15: 879-883.
59. Templeton G. 1976. *Cría del conejo doméstico*. México: Continental
60. Trocino A.; Xiccato, G.; Queaque P. I. and Sartori A. 2002. Effect of transport duration and sex on carcass and meat quality of growing rabbits. 2o Congreso de cunicultura de las Americas, La Habana. 232-235.
61. Villarroel M.; María G. A.; Sañudo C.; Olleta J. L. and Gebresenbet G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef quality. *Meat science*, 65: 353-357.
62. Warris P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied animal behaviour science*, 28: 171-186.
63. Warris P. D. and Brown S. N. 1983. The influence of preslaughter fasting on carcass and liver yield pigs. *Livestock production science*, 10: 273-282.