



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**PERFILES DE SECRECIÓN DE TESTOSTERONA EN
CONEJOS MACHOS ADULTOS DE LA RAZA CALIFORNIA
DURANTE UN CICLO ANUAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALFONSO GABRIEL RUIZ GARCÍA

Asesor: MVZ. Ismael Hernández Ávalos

Coasesor: M en C. María Magdalena Zamora Fonseca

Cuautitlán Izcalli, Edo de México.

2007



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.

Dedico este trabajo principalmente a Dios quien a pesar de todos los inconvenientes que se presentaron y los errores que como ser humano tengo me permitió terminar este proyecto. Este trabajo es la muestra de que no solo con nuestra propia inteligencia, sino con la ayuda de Dios todo se puede.

A mi familia, de quienes su ayuda fue y es fundamental; al Dr. José Gabriel Ruiz Cervantes, mi padre, que ha estado presente en todos mis logros y sus conocimientos han sido muy valiosos, junto con Martha Elvia García Flores, mi madre, que es parte fundamental de mi vida, y parte importante de este logro, y a mi hermana Martha Olivia Ruiz García, a Roxana Ledesma Luna y Ángel Gabriel Ruiz Ledesma que su presencia en mi vida a sido una bendición y me han impulsado a seguir adelante para cumplir con mis metas. Sin olvidar al Dr. Javier E. Ledesma y a Rosa Maria Luna porque su ayuda a sido muy importante para mi y mi familia.

A mis asesores el MVZ. Ismael Hernández Ávalos, que además de compartir sus conocimientos para la elaboración de este trabajo me ha demostrado que es un amigo, y a la M en C. María Magdalena Zamora Fonseca, por su amistad y por su aportación a este trabajo.

A la UNAM que me permitió realizar y terminar mis estudios, en la FES Cuautitlán en donde el personal académico realizó su mejor esfuerzo por impartir todos sus conocimientos y así formar profesionales comprometidos con esta carrera, y a mis compañeros y amigos los cuales tuve la dicha de conocer en esta etapa de mi vida.

A todos los seres vivos que dan su existencia sin saberlo, para la formación de médicos veterinarios zootecnistas.

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN.	3
2. INTRODUCCIÓN.	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA.	7
3.1 Anatomía y Fisiología del Aparato Genital del Macho.	7
3.1.1 Características morfofisiológicas del testículo y pene.	9
3.1.2 Espermatogénesis.	10
3.2 Ciclo reproductivo y biosíntesis hormonal del conejo macho.	10
3.3 Estacionalidad.	16
3.4 Fotoperíodo.	18
4. OBJETIVO.	21
5. HIPÓTESIS.	21
6. MATERIAL Y MÉTODOS.	22
6.1 Metodología para la obtención de sangre.	23
6.2 Análisis estadístico.	25
7. RESULTADOS.	26
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	29
9. CONCLUSIONES.	32
10. RECOMENDACIONES.	32
11. BIBLIOGRAFÍA.	33

1. Resumen

Con la finalidad de medir los niveles séricos de Testosterona en conejos machos del módulo de cunicultura de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES – C) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) durante un ciclo anual; se utilizaron 9 machos adultos de la raza California, con una edad promedio de 2 años y con un peso promedio de 4.264 ± 0.169 al inicio del estudio, mismos que durante este trabajo fueron alimentados con concentrado comercial y agua *ad libitum*. De cada individuo se obtuvo una muestra de 2 ml de sangre en tubos de ensaye sin anticoagulante, a partir de la vena marginal de la oreja de forma quincenal los días Jueves a las 10:00 am. Las muestras fueron centrifugadas a 1500 rpm durante 15', para finalmente congelar 600 – 800 μ l de suero plasmático a -20° C. La hormona se determinó por Radioinmunoanálisis (RIA). El análisis estadístico se realizó mediante la comparación de medias aritméticas por ANDEVA y prueba de Tukey en un diseño completamente al azar con un nivel de significancia de P (<0.01). Los resultados obtenidos de los niveles de Testosterona expresados en ng/ml, durante las diferentes estaciones del año fueron: Primavera 0.894352 ± 0.81607636 , Verano 1.042537 ± 0.8006895 , Otoño 1.167714 ± 1.06363134 e Invierno 1.478619 ± 1.01592612 . Por lo que se concluye que los perfiles de secreción de la hormona en la zona estudiada están influenciados por la época del año.

2. Introducción

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un mamífero del orden *Lagomorpha* que pertenece a la familia de los Lepóridos, ya que su labio superior esta dividido a la mitad. Esta especie es considerada como una de las más prolíficas, ya que se menciona que puede reproducirse todo el año (Quesenberry, 1996). Además, se distinguen de los roedores por la existencia de un segundo par de incisivos en el maxilar. Dentro de la posición taxonómica del conejo cabe mencionar que es la única especie de su género; como consecuencia no se puede cruzar con ningún otro lagomorfo, además, de que es el único mamífero doméstico de origen Europeo. La etimología del género *Oryctolagus* viene del griego *oruktes* = *escavador* y *lagos* = *liebre*, por el contrario el nombre de la especie *cuniculus* es el nombre latino del conejo, derivado directamente del Ibero e inicialmente transcrito por un historiador grecorromano (Rosell, 2000).

La cunicultura es la rama de la ganadería que se encarga de la cría, explotación y producción del conejo, siendo una actividad económica que puede abrir fuentes de empleo en zonas de mínima actividad pecuaria (Gómez, 2002). Esta actividad está tomando cada vez más fuerza en México, por lo cual los profesionales de esta área y los productores buscan constantemente nuevos métodos y técnicas que les permitan aumentar la productividad de sus granjas (Ávila, 2005).

La producción de conejo se remonta al siglo XIX; sin embargo el inicio del desarrollo profesional es reciente en la mayoría de los países europeos, comenzando a partir de 1960. En comparación con la producción de suinos, aves y bovinos, la cría intensiva de conejos es bastante joven. En otras actividades zootécnicas el ganado de producción se ha triplicado como en el caso de la avicultura. En los conejos el aumento pecuario es modesto y se limita al 20 – 30 %. Es necesario hacer mayores progresos en diferentes materias de la producción de conejos (genética, profilaxis y costos de alimentación entre otros), para mejorar la situación competitiva con otras producciones (Rosell, 2000).

Se calcula que la producción anual de carne de conejo en la actualidad es de un millón de toneladas (T); donde el mayor productor es China con 315,000 T en el año 2000, seguido por Italia con 221, 000 T, España 135,000 T, y Francia con 85,000 T.

Entre otros países hay que citar a Egipto que cuenta con 69,600 T, Malta 1,350 T, Chipre con 830 T, (Barbado, 2004). De esta manera en los países europeos citados, la cunicultura se ha desarrollado en gran escala, a tal grado que su producción influye directamente en la economía de estos, a diferencia de Inglaterra y Alemania donde su auge no es tan significativo. En América; Estados Unidos, México y Argentina cuentan con mayor producción cunícula, sin embargo, es necesario considerar que Estados Unidos genera programas de investigación que lo mantiene en un mayor nivel de producción de conejos para carne que nuestro país (Cheeke, 1987; McNitt y Nephi, 2000).

No obstante, en nuestro país se empezó a difundir a partir del año 1950 con una finalidad económica y social. Desde esta fecha hasta ahora, este tipo de explotación todavía ocupa un lugar secundario, ello se debe a que el consumidor no está acostumbrado a la carne de conejo, ni los peleteros a la utilización del pelo como se realiza en Europa, sobretodo en Francia y Gran Bretaña. La cría y producción de conejo tiene un futuro importante, debido a que puede implantarse a nivel doméstico o industrial, ya sea como fuente de ingreso marginal o principal (Barbado, 2004).

El área reproductiva es un punto que puede significar el éxito o fracaso de la granja, por lo tanto, los programas reproductivos en los conejos son más completos. Es necesario observar los parámetros reproductivos del macho, ya que de nada serviría la mejor técnica de Inseminación Artificial (IA) ni el mejor programa, si los sementales tienen bajos niveles reproductivos, los cuales están sujetos a un gran número de factores, tales como el clima, fotoperíodo, zona geográfica y edad del macho entre otros (Martínez, 2004); por esta razón la fisiología de la reproducción de los conejos domésticos presenta diversos aspectos que están directamente relacionados con los resultados económicos de una explotación cunícula (Alvariño, 1993).

En las explotaciones cunículas como en las de otras especies, el macho juega un importante papel en el éxito de una granja, ya que en promedio, condiciona el rendimiento reproductivo de 10 hembras (Rebollar, 1993). Sin embargo, en términos generales, la investigación del comportamiento reproductivo del macho en muchas especies es menos intenso que en la hembra (Ruiz, 2004). Así, en situaciones normales de manejo es importante conocer los parámetros reproductivos básicos del macho que

permiten su óptima utilización a partir de una edad adecuada, con una intensidad correcta y en buenas condiciones ambientales (Rebollar, 1993).

A excepción de algunos equipos de trabajo la investigación es fragmentaria, de un tamaño limitado y a menudo sin continuidad en la mayor parte de los países europeos, no obstante, el conejo también tiene ventajas en relación a otras producciones, por ejemplo; su extraordinaria tasa de producción, ya que una coneja puede producir cada año más de 20 veces su propio peso vivo expresado en Kg. de carne. El conejo se cría en primer lugar como productor de carne, sin embargo, está variando ésta concepción debido a los cambios en la política agrícola comunitaria (Alvariño, 2000).

El conejo doméstico es una especie animal con diversos usos para el hombre, que van desde la utilización en laboratorios para realizar investigaciones hasta hacer con ellos pruebas biológicas (Rosano, 1991).

Considerando que la actividad reproductiva del macho está ligada a los andrógenos y la información sobre este tema es escasa, la finalidad del presente estudio fué evaluar los niveles séricos de testosterona (T) en conejos machos adultos de la raza California del módulo de cunicultura de la FES – C. UNAM durante un ciclo anual.

3. Revisión de literatura.

3.1 Anatomía y Fisiología del Aparato Genital del Macho

La diferenciación del tracto genital masculino tiene lugar durante la vida embrionaria. Entre los días 14 y 15 de gestación se forma la túnica albugínea, así, posteriormente desarrollan los tubos seminíferos que se rodean de células germinales durante la última semana de vida fetal. La producción de andrógenos comienza en el día 19 de la gestación, en el día 20 tiene lugar la degeneración de los conductos de Müller y en el día 21 la formación de la próstata (Rebollar, 1993).

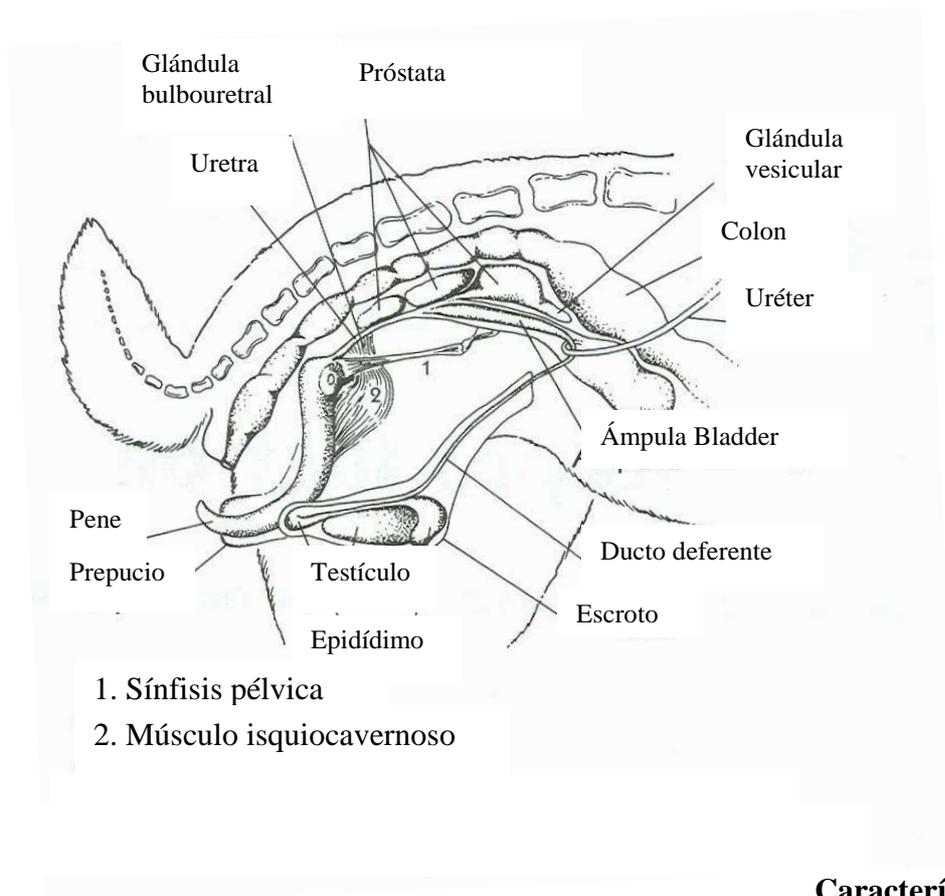
Las gónadas masculinas están situadas por fuera del abdomen, dentro del escroto, que es una estructura sacular derivada de la piel y de la fascia de la pared abdominal. Cada testículo descansa dentro de una estructura en forma de vaina o extensión separada del peritoneo que pasa a través de la pared abdominal en el conducto inguinal. Los anillos inguinales profundo y superficial se localizan en las aberturas profunda y superficial del canal inguinal. Los vasos sanguíneos y los nervios llegan a los testículos junto con el cordón espermático que entra en la estructura en forma de vaina (Hafez, 2002).

El aparato reproductor masculino tiene de modo general dos funciones primordiales: la producción de espermatozoides y la elaboración de hormonas sexuales masculinas, para ello dispone de estructuras específicas (Rebollar, 1993). Está formado por los elementos que se muestran en el cuadro 1 y figura 1.

Cuadro 1. Órganos del aparato reproductor masculino (Tomado de Alvariño, 1993).

- Órganos internos
 - Testículos
 - Conductos excretores
 - Epidídimo
 - Conducto deferente
 - Uretra
 - Glándulas accesorias
 - Vesículas seminales
 - Glándula vesicular
 - Próstata
 - Paraprostáticas
 - Glándulas de Cowper
- Órganos externos
 - Pene (órgano copulador)

Figura 1. El aparato reproductor del macho (Tomada de McNitt y Nephi., 2000)



3.1.1

morfofisiológicas del testículo y pene

Características

Al nacer los testículos se encuentran en posición abdominal. Su descenso a los sacos escrotales coincide con la pubertad hacia los dos meses de edad pudiendo regresar a la cavidad abdominal en períodos estacionales de inactividad sexual, como ocurre en el conejo silvestre. El pene es corto dirigido oblicuamente hacia atrás aunque se posiciona hacia adelante durante la erección (Rosell, 2000). En esta especie, el pene no posee glande y está formado por un órgano cilíndrico de 40 a 50 mm de longitud, que reduce su diámetro hacia su extremidad. Durante el reposo sexual se sitúa en el prepucio centralmente respecto al ano, en cuya abertura se localizan dos pares de glándulas inguinales (sudoríparas y sebáceas) (Rebollar, 1993).

El testículo es un órgano considerado como el seno de un almacén conjuntivo, de estructuras glandulares de tipo exócrino y endócrino (células intersticiales de Leydig), como se observa en la figura 1, su forma es ovoidal alargada, con una longitud de 30 a 40 mm y de 10 mm de ancho, estando situados en los sacos escrotales en ambos lados de la línea media inguinal (Rebollar, 1993). En este caso el conejo tiene la particularidad de que los testículos pueden entrar en la cavidad abdominal a voluntad (Ruiz, 1983).

Este órgano contiene células que elaboran andrógenos, tubos seminíferos que producen espermatozoides y la porción inicial de los conductos excretores, que es donde se inicia el transporte y maduración de los espermatozoides, a la vez que contribuyen con sus secreciones para formar el líquido seminal. Las glándulas accesorias elaboran la mayor parte del líquido seminal, medio de suspensión y supervivencia de los espermatozoides (Hafez, 1970; Hafez, 2002).

En el caso del macho; estos andrógenos inducen el desarrollo de las glándulas sexuales accesorias y son los responsables de las manifestaciones de las características sexuales secundarias, comportamiento sexual y espermatogénesis. La T es uno de los andrógenos esteroides producidos por las células intersticiales de Leydig; esta hormona es transportada en la sangre por una globulina alfa (α) denominada *globulina de unión a esteroides*. Alrededor del 98 % de la T circulante esta unida o ligada, el resto esta libre para unirse a células blanco en donde una enzima presente en el citoplasma la convierte en dihidrotestosterona (DHT) (Hafez, 2002).

La proporción plasmática relativa entre T / DHT aumenta con la edad, de modo que la T siempre es la hormona predominante. Sin embargo, en el fluido de la rete de testis las hormonas predominantes en conejos adultos son T, dehidroepiandrosterona y finalmente la DHT, estas dos últimas hormonas podrían jugar un papel complementario en la diferenciación del aparato reproductor (Lau y Saksena, 1979).

Los machos prepúberes presentan un aumento de la amplitud de los picos de hormona luteinizante (LH) hasta aproximadamente los tres meses de edad, tiempo en que comienza a declinar. La frecuencia de los pulsos de LH aumenta hasta los cuatro meses de edad y las concentraciones plasmáticas de la hormona se incrementan de manera lineal. Inicialmente las células de Leydig requieren una elevada concentración de LH para la secreción de T (Hafez, 2002).

3.1.2 Espermatogénesis.

La espermatogénesis empieza entre los 40 y 50 días, pero en algunos individuos hasta los 70 días de edad (aparición de la primera división meiótica), según la raza, condiciones ambientales y manejo (Berger *et al*, 1982). Los túbulos seminíferos testiculares son activos alrededor de los 84 días. Los primeros espermatozoides están presentes en el eyaculado hacia los 110 días, lo que corresponde con la diferenciación de la cola del epidídimo. En el caso de la madurez sexual (definida como el momento en que la producción diaria de espermatozoides no aumenta más), se alcanza hacia las 30 – 32 semanas en clima templado (Rebollar, 1993; Rosell, 2000).

3.2 Ciclo reproductivo y biosíntesis hormonal del conejo macho.

En el macho de las especies estacionales, las características reproductivas también se ven influenciadas por la época del año y ya se ha mencionado que el macho tiene un papel importante dentro de los procesos reproductivos, sin embargo, poco se conoce sobre su papel en las condiciones de cría de las diferentes zonas del país, si bien, dos aspectos son básicos para la buena fertilidad masculina; la producción y calidad del semen y la libido; la nutrición es especialmente importante en la producción seminal por lo que los sementales deben recibir suplementación antes del empadre. Si bien, esta

situación es preponderante en los pequeños rumiantes (Ruiz, 2004); en el conejo también se ha demostrado el efecto del fotoperíodo sobre la actividad sexual (Zamora, 2006).

Dos ejes esenciales controlan la actividad reproductiva: El sistema nervioso central (SNC) y el sistema neuroendócrino. Existe una estrecha relación entre los órganos nerviosos superiores y las gónadas, lo que forma el eje hipotálamo - hipofisiario – gonadal (Hafez 2002).

El hipotálamo es una porción nerviosa del encéfalo que se comunica en forma amplia con el medio externo a través del sistema límbico, formado por el quiasma óptico, el bulbo olfatorio y otras estructuras nerviosas, así también mantiene una importante relación con la hipófisis por medio de fibras nerviosas que recorren el fórnix. Se conecta mediante un sistema vascular formado por las arterias y venas portales, y con la neurohipófisis a través de una conexión nerviosa. Parte de la actividad de éste órgano consiste en producir factores liberadores e inhibidores, así como hormonas que regulan la actividad hipofisiaria (Ruckebusch *et al.*, 1994; Hafez, 2002).

Además el hipotálamo es una de las denominadas glándulas endócrinas y ocupa una pequeña parte del cerebro y como ya se mencionó se encuentra relacionado con la hipófisis mediante conexiones vasculares y neurales, que son utilizadas por las hormonas hipotalámicas, como la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y el factor inhibidor de la prolactina (PIF), que emplean la vía vascular para dirigirse a la adenohipófisis. El sistema porta hipotálamo – hipófisis es una de las constantes anatómicas más características de los vertebrados superiores (Illera, 1994; Hafez, 2002; González, 2004).

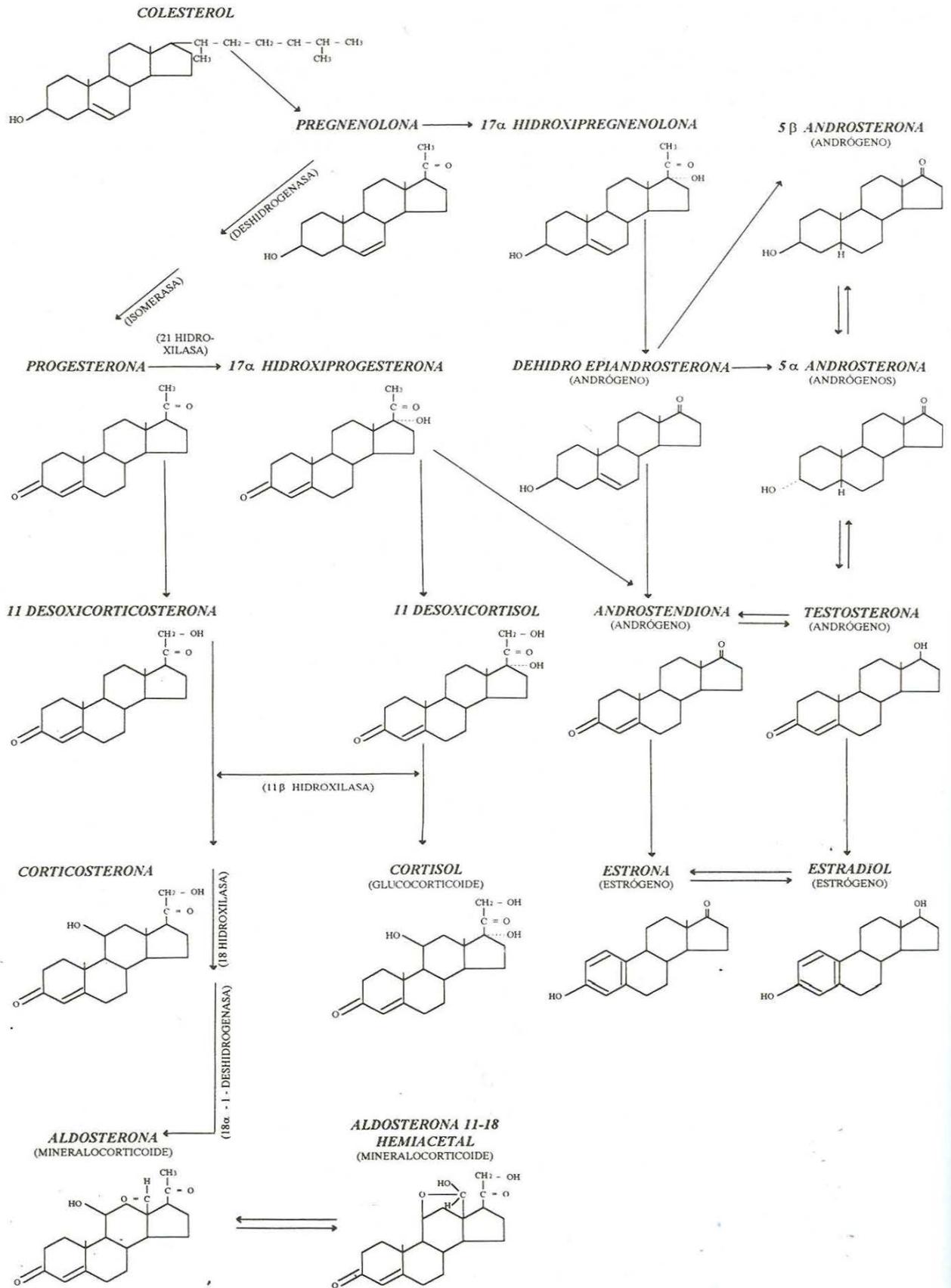
La Hipófisis ó glándula pituitaria, se localiza en una depresión ósea de la base del cerebro denominada silla turca y es responsable de la formación y secreción, por parte del lóbulo anterior de varias hormonas con efecto directo en la reproducción, como la hormona folículo estimulante (FSH), la LH y la prolactina (PRL), todas estas hormonas son llamadas gonadotropinas; además, alberga otras hormonas en el lóbulo posterior que no son originales de éste órgano, como la oxitocina (procedente del hipotálamo) y la vasopresina (Hafez, 2002; González, 2004).

Las hormonas adenohipofisarias como la FSH en los machos, es responsable de las primeras etapas de la espermatogénesis mediante su acción sobre las células germinales de los túbulos seminíferos. En las etapas finales interactúa con andrógenos producidos a nivel testicular. La LH es la que produce la secreción de andrógenos como la T, por parte de las células de Leydig en el testículo, además de que interviene en la espermatogénesis, mantiene el aparato reproductor y las características sexuales secundarias del macho (Illera, 1994; Hafez, 2002; González, 2004).

Las principales hormonas producidas por los testículos son: T por las células de Leydig e inhibina por las células de Sertoli. La biosíntesis de T, tiene como precursor inmediato al colesterol que se biotransforma en pregnenolona, esta conversión es idéntica en el testículo, ovario y glándula adrenal, sólo que en los dos primeros es propiciada por la LH (Gallegos, 1999), como se muestra en la figura 2. A partir del colesterol mediante reacciones enzimáticas, se dan varios metabolitos intermediarios, las células de Leydig sintetizan T ya sea en androstenediol y andostrenediona, que también tienen un papel importante en la función testicular.

Los neurotransmisores (aminas biogénicas) en el SNC controlan la producción de GnRH secretada y liberada en pulsos en intervalos de 90 minutos. La GnRH busca los receptores proteínicos en la membrana plasmática de células gonadotropas y provoca la secreción episódica normal de LH (cerca de 16 pulsaciones por 24 horas) (Ruckebusch *et al.*, 1994; Hafez, 2002).

Figura 2. Biosíntesis de esteroides (Tomada de Gallegos, 1999)

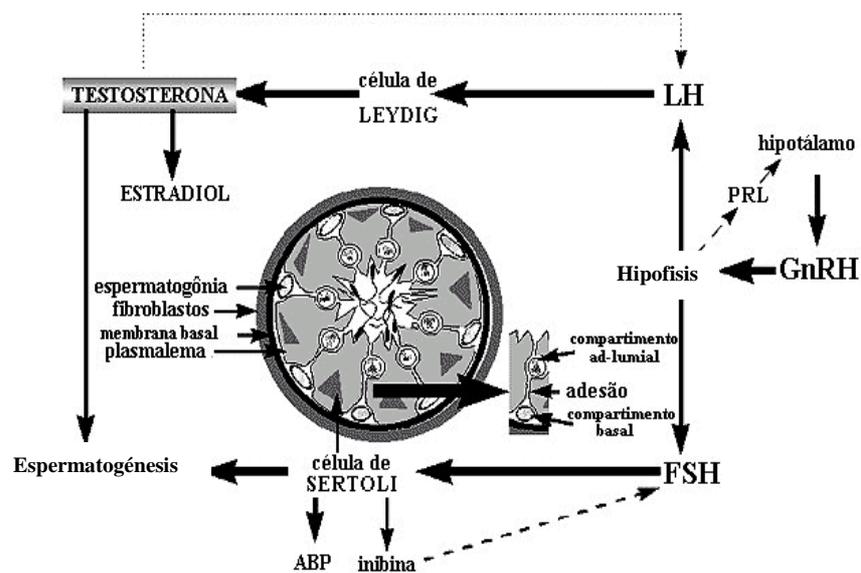


La LH estimula a las células de Leydig para secretar un esteroide, la T. Por otra parte, la FSH se fija y activa a las células de Sertoli para secretar una hormona polipeptídica llamada inhibina, que induce la maduración y crecimiento de las células tubulares y la aromatización de andrógenos en estradiol. La gonadotropina FSH también provoca que las células de Sertoli secreten proteína fijadora de andrógenos (ABP) en ratones, cobayos, cerdos, conejos, ratas y ovinos (figura 3) (Ruckebusch *et al.*, 1994; Hafez, 2002).

Parte de la T liberada aparece en el líquido de túbulos seminíferos, se fija a ABP con el objetivo de evitar su absorción para espermatozoides. Sin embargo, la mayor parte de la T se libera en la linfa y sangre que drenan los testículos. Casi el 98 % de la T circulante se fija a la albúmina (Ruckebusch *et al.*, 1994).

El control neuroendócrino de estos acontecimientos está dado por la relación entre el SNC, la hipófisis y las gónadas. La gonadotropina LH es sintetizada por la hipófisis anterior y estimula en el macho la secreción de T como respuesta a la liberación de GnRH por el hipotálamo como se observa en la figura 3 (Pedrón *et al.*, 1996; Singh *et al.*, 2000).

Figura 3. Control neuroendócrino de la secreción de T (Tomado de Haddad y Cedenho, 1997).



En el conejo doméstico como en el silvestre, existen variaciones estacionales y/o fotoperiódicas de los niveles séricos o plasmáticos de la T, donde los valores fisiológicos de la hormona en el macho según Silvan *et al.*, (1990) fluctúan entre 0.3 – 10 ng / ml.

Por otra parte, Moor y Younglai (1975) utilizando como modelo de estudio al conejo Nueva Zelanda reportan niveles de 0.5 – 10 ng / ml, en el cual una elevación en las concentraciones de LH coinciden con el incremento de T, lo que demuestra la relación existente en el control neuroendócrino de su secreción.

En conclusión, se desconocen con precisión los niveles de la hormona T durante un ciclo anual en el conejo macho, y a decir de los especialistas, al igual que en otras especies, la determinación de este andrógeno es relevante por ser un factor determinante en el inicio de la pubertad y la vida reproductiva del macho (Zamora, 2006); sin embargo, al igual que en los machos de otras especies se puede precisar que el control general de la reproducción esta dado por los siguientes factores:

- a. Factores ambientales (fotoperíodo).
- b. Factores sociales (efecto macho – hembra).
- c. Factores de retroalimentación.
- d. Factores genéticos.
- e. Cantidad circulante de hormona
- f. Tipo y cantidad de receptores en la célula blanco.
- g. Metabolismo del complejo hormona – receptor (down regulation o internalización de receptores) (Esquivel y Páramo, 2006).

3.3 Estacionalidad

En el conejo silvestre, la estación de reproducción está muy delimitada, presentándose de enero hasta Agosto para el hemisferio Norte y de julio a noviembre para el Sur. Sin embargo, se documenta que la estacionalidad sexual del conejo doméstico en zonas templadas también, se ha observado sobre todo en verano y con la disminución de las horas luz en otoño y principios de invierno (Ávila, 2005; Hernández, 2006). Al respecto Dubiel *et al.*, (1985); Yan *et al.*, (1985) reportaron que en el caso del conejo doméstico, no existe un período tan delimitado, siendo máximos estos parámetros hacia los meses de marzo a junio y mínimos en septiembre al principio del otoño, dependiendo del clima de la región, así como de su ubicación geográfica.

La estacionalidad sexual del conejo en zonas templadas ha sido un tema importante para los profesionales del área interesados en la reproducción de esta especie, tratando primero explicar con exactitud este proceso biológico y después a manejarlo, para que a través de diversos métodos y técnicas se mejoren sus parámetros reproductivos en beneficio de la cunicultura. En las granjas industriales también se ha observado la estacionalidad en conejos, sobretodo en verano y con la disminución de las horas luz en otoño e invierno (Ávila, 2005).

El comportamiento sexual, producción de semen y libido son parámetros fisiológicos ligados a los niveles plasmáticos de T, que se pueden influenciar por factores tales como la edad, raza, peso corporal, condiciones ambientales (fotoperíodo, temperatura ambiental, ventilación y humedad), nutrición y manejo; que en conjunto pueden alterar la capacidad reproductiva durante las diferentes etapas de su vida productiva (Alcazar, 1991; Rosano, 1991).

Existen estudios que describen las variaciones estacionales de la actividad sexual del conejo en la naturaleza, siendo la actividad reproductiva mas importante durante los días crecientes o con mayor cantidad de horas luz (febrero a julio generalmente) y es casi nula en otoño e invierno, aunque esto depende de la ubicación geográfica. Los dos factores principales que lo explican son la duración del fotoperíodo y la temperatura. En lo concerniente a la iluminación se han hecho distintos ensayos, así Walter *et al.*,

(1986), Rosell (2000) y González (2004), demostraron que la reducción del fotoperíodo no tiene interés práctico en esta especie.

En general, se puede afirmar que las altas temperaturas disminuyen la fertilidad. Boiti *et al.*, (1992) en un estudio realizado con una humedad relativa de 60 – 70 %, en combinación con un fotoperíodo de 8 horas luz – 16 horas oscuridad y una temperatura alta (superior a los 30°C), encontraron que los niveles de la hormona se ven afectados. Los resultados obtenidos por estos autores fueron de 10.54 ng / ml y 1.54 ng / ml, para los grupos tratados, en el que el incremento de temperatura ambiental redujo la concentración plasmática del esteroide.

En el caso de los conejos silvestres, estudios realizados en la isla de Zembra (África), demuestran que los niveles séricos de la hormona están influenciados por la estación del año y el fotoperíodo natural, teniendo su máximo pico en los meses de septiembre – octubre (6.9 ± 0.5 ng/ml), presentando un declive durante noviembre – enero (días cortos), manteniéndose disminuídos entre los meses de febrero – agosto (0.92 ± 0.12 ng/ml) (Ben Saad y Bayle, 1985; Ben Saad y Maurel, 2004).

Por otra parte, Flores *et al.*, (1998) en un estudio realizado en el altiplano mexicano (Cuautitlán Izcalli, Estado de México) concluyen que; la raza Chinchilla presenta los más altos rendimientos en comparación con Nueva Zelanda y California, además resultó ser la más regular en el aspecto reproductivo durante todo el año, al analizar 425 partos. Las estaciones de primavera y verano fueron en las que se situaron la mayor cantidad de partos, gazapos nacidos, gazapos destetados y peso al nacimiento; aunque en el caso de la raza Chinchilla se observó un menor peso al nacimiento en primavera. Así también, la raza California no mostró aptitudes para la cría durante los meses de diciembre y enero.

3.4 Fotoperíodo

La melatonina es una hormona neurohipofisiaria muy relacionada con el fotoperíodo, cuya síntesis y secreción se incrementa durante la oscuridad. Esta hormona se produce directamente en la glándula pineal, quien a su vez esta regulada por los ciclos de luz – oscuridad, teniendo una gran importancia en el control de la reproducción. Se encarga de convertir la información neural relacionada con el fotoperíodo, procedente de los ojos, en una producción de melatonina, que es secretada al torrente sanguíneo y al líquido cefalorraquídeo. Parece ser que la glándula pineal presenta un papel fundamental en el control de la reproducción de los conejos, al igual que lo hace en otras especies de reproducción estacional, a través de su implicación en la liberación de FSH y LH (González, 2004).

Durante el año se observa que la luz natural varía, los días se alargan en verano y se acortan en invierno. Ello esta motivado por la salida y puesta del sol, a este intervalo de luz se le llamó fotoperíodo. Los animales están influenciados por el fotoperíodo activando o mermando su actividad reproductiva y alimenticia. Todo cunicultor reconoce como época de disminución de celo, la comprendida entre el fin del verano y el inicio del otoño. Aunque el exceso de luz solar directa puede perjudicar, especialmente en épocas de calor, los rayos solares son beneficiosos por sus efectos antirraquíticos, vigorizantes, estimulantes de las glándulas reproductoras a través de la hipófisis y por su acción esterilizante ambiental, es por ello que el factor iluminación es muy importante en la producción cunícola (Roca, 2006).

De manera natural los conejos silvestres muestran períodos de anestros (estado de completa inactividad sexual) y una variabilidad estacional en la capacidad reproductiva (Hafez, 2002).

La influencia del fotoperíodo (relación horas de luz / horas de oscuridad) sobre el anestro estacional es evidente, un incremento en las horas de luz favorece la aparición del celo, la fertilidad y el número de nacidos por parto, lo que se traduce en un mayor rechazo a la monta en épocas de ritmo descendente en las horas luz (octubre – enero), frente a aquellas en las que existe un fotoperíodo creciente (abril – junio) (Hernández, 2006).

Tal es la importancia del fotoperíodo a nivel reproductivo que en condiciones naturales, el anestro se sigue presentando aún cuando se utilizan técnicas hormonales. No obstante, hay que tener en cuenta que este patrón reproductivo estacional depende también de otros factores, como pueden ser la raza o la localización geográfica, además de la interacción de la temperatura en las diferentes épocas del año, que ejercen una gran influencia sobre éstos patrones. El mayor efecto que produce la luz sobre el sistema nervioso y sistema endócrino es a nivel reproductivo y es aquí donde se encuentra un mayor beneficio si se realiza un control correcto en las granjas (González, 2004).

En condiciones fisiológicas el hipotálamo es el encargado de regular la secreción hipofisiaria de la FSH y LH, mediante la liberación de GnRH. Estas secreciones regulan la liberación de T en el testículo. De esta forma, machos sometidos a 8 horas diarias de luz, produjeron un mayor número de espermatozoides y tuvieron un peso testicular mayor que el de machos sometidos a 16 horas diarias de luz. Estos resultados, sitúan la banda óptima de iluminación diaria entre 8 y 12 horas, no detectándose diferencias significativas en el peso testicular, reserva epididimaria y peso de las vesículas seminales (Walter *et al.*, 1986).

El calor tiene efectos negativos tanto en las hembras como en los machos reproductores. A temperaturas elevadas se observa que la fertilidad disminuye, pudiendo relacionarse con alteración de la espermatogénesis, presentando una esterilidad temporal, o bien una gran irregularidad en la cantidad y calidad del semen, así como, de los niveles séricos de T. Diversos autores lo atribuyen al notorio descenso en el consumo de alimento (proteína – energía) durante la estación veraniega, con potenciación de la problemática debida al fotoperíodo (Roca, 2006).

Por otro lado, se ha observado que 14 horas de luz continua al día favorecen la producción espermática frente a fotoperíodos de 12 horas de luz / 12 horas de oscuridad, 10 horas de luz / 14 horas de oscuridad o la aplicación de intervalos intermitentes de luz / oscuridad (Uzcategui y Johnston, 1990).

Estos resultados contradictorios podrían tal vez explicarse por las distintas condiciones en que se han realizado las experiencias, de modo que no es posible cuantificar la influencia de otros factores que influyen paralelamente al fotoperíodo (temperatura, edad y raza) (Rosell, 2000).

Si bien, la iluminación constante de 16 horas es favorable para la calidad del semen, la insolación directa es desfavorable, aunque se produzca por períodos cortos. Los efectos de la temperatura se han estudiado exclusivamente para checar los resultados que tienen las altas temperaturas y en la medida en que descienden (10° C o incluso 0° C) no parece que alteren en absoluto su actividad sexual y producción hormonal. Los efectos estacionales evidentes en el conejo silvestre se confirman también en el conejo doméstico (Rosell, 2000; Boiti *et al.*, 1992).

Sin embargo, los mecanismos que explican cómo afecta el fotoperíodo a la reproducción en conejos no son tan conocidos como en otras especies. El efecto de la melatonina en relación con el fotoperíodo y la reproducción en conejos, se comprueba al ver que por medio de variaciones en la iluminación o por medio de la implantación de melatonina se pueden modificar los niveles de GnRH (Boyd, 1987; González, 2004).

Si la iluminación tiene importancia en conejares instalados al aire libre, sujetos al fotoperíodo natural, más aún la tiene en instalaciones de ambiente controlado (Roca, 2006). Por esta razón, resulta imprescindible mantener un ambiente controlado, tomando en consideración la temperatura, humedad, ventilación e iluminación, para que la reproducción de esta especie no se vea influida por todos los factores anteriormente citados.

4. Objetivo.

- Evaluar los niveles de T en conejos machos adultos de raza California durante un ciclo anual.

5. Hipótesis

La época del año influye sobre la concentración sérica de T en conejos adultos.

- **6. Material y Métodos:**

Este trabajo se realizó entre el período de marzo de 2005 a marzo de 2006 en el Módulo de Conejos del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. Ubicado en la Carretera Cuautitlán – Teoloyucan Km. 2.5 Sn. Sebastián 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 de humedad media (Cw1) y una precipitación pluvial al año promedio de 605 mm³. La temperatura promedio anual es de 16° C, siendo la temperatura mínima 5° C y la máxima de 27.8° C (Estación Meteorológica FESC 2006; INEGI, 2006).

Los conejos machos en observación fueron sementales en producción dentro del citado módulo, cuya alimentación es a base de concentrado comercial (Conejina EF: 16 % Proteína cruda) y agua *ad libitum*. El material utilizado en el experimento se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Material biológico y no biológico utilizado en la determinación de los niveles séricos de T en conejos machos California.

Material biológico	Material no biológico
<ul style="list-style-type: none"> • 9 conejos machos reproductores de raza California de 2 años y un peso promedio de 4.264 ± 0.169 Kg. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de contención mecánica (Figura 4) • Criocajas • Jeringas estériles de 5 ml sin aguja • Punzocats estériles calibre 21G ¾ 19 mm • Torundas con alcohol • Tubo de ensaye estéril sin anticoagulante • Pipeta estéril de 1ml • Tubos eppendorff estériles de 1.5 ml • Congelador • Kitt TKTT-5 Testosterona Total RIA. Marca DPC. • Centrífuga.

6.1 Metodología para la obtención de sangre:

Previa contención mecánica del conejo, por medio del uso de una caja de manejo (figuras 4 y 5); la obtención de las muestras se hizo quincenalmente todos los días jueves a las 10 hrs de los meses de marzo (2005) hasta marzo (2006), obteniéndose de cada semoviente 2 ml de sangre a través del sangrado de la vena marginal de la oreja (figura 6), mediante la utilización de torundas con antiséptico y punzocats estériles calibre 21G $\frac{3}{4}$ 19 mm.

Figura 4. Caja de contención mecánica para la obtención de las muestras de sangre (modificado de Hafez, 1970).

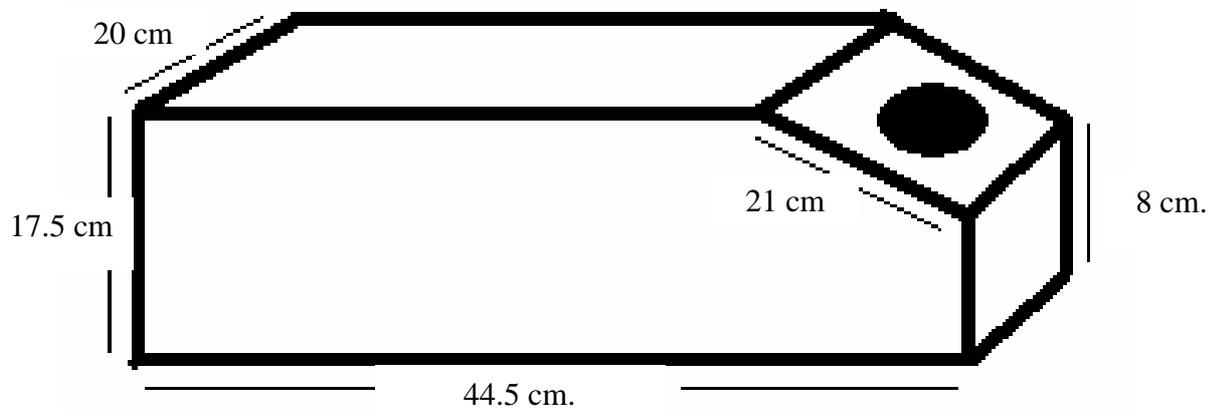


Figura 5. Uso de caja de contención mecánica para la obtención de las muestras de sangre, en conejos machos California.

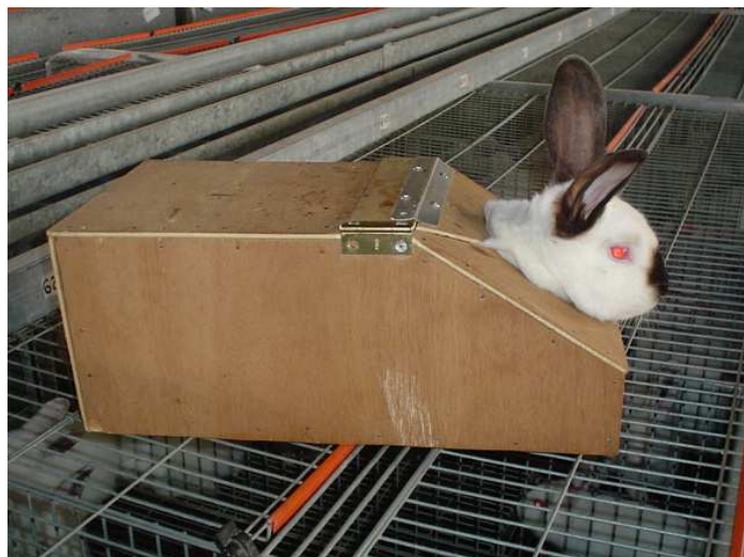


Figura 6. Método de obtención de sangre a partir de la vena marginal de la oreja.

6. Método



Las muestras obtenidas fueron centrifugadas a 1500 rpm durante 15 minutos, para obtener 600 – 800 microlitros (mcl) de suero, el cual fue congelado en tubos eppendorff de 1.5 ml (figura 7), hasta la determinación de la hormona por Radioinmunoanálisis (RIA) en el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ), para determinar los perfiles séricos mensuales del andrógeno.

Figura 7. Suero congelado para determinar T por el método de RIA.



6.2 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANDEVA) en un diseño completamente al azar, seguido de una comparación de medias aritméticas por la prueba de Tukey con una P (<0.01), en el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) versión 2.5 (Olivares, 1994), con el siguiente diseño estadístico:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + E_j$$

Donde:

μ : media aritmética

T_i : efecto del tratamiento (época del año)

E_j : error aleatorio

7. Resultados

Los perfiles séricos de T durante un ciclo (1 año) se muestran en el cuadro 3, en el que se puede apreciar que el pico máximo se ubica en invierno, así como los valores mínimos se localizan durante la primavera.

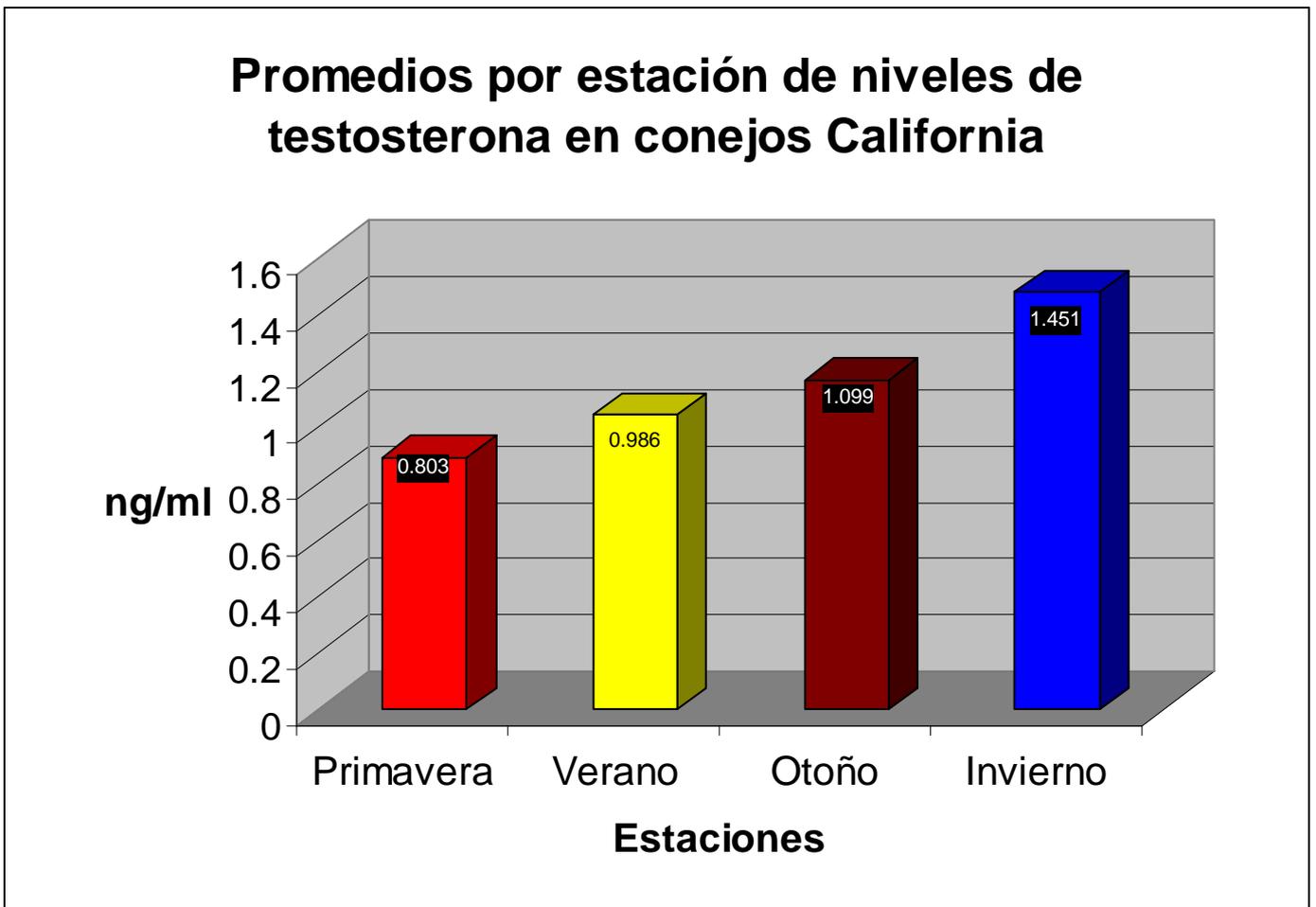
Cuadro 3. Niveles séricos de testosterona (ng/ml) en conejos machos de la raza California en diferentes épocas del año.

Estación del año	Media \pm ee
Primavera	0.803 \pm 0.136 a
Verano	0.986 \pm 0.136 ab
Otoño	1.099 \pm 0.126 ab
Invierno	1.451 \pm 0.126 b

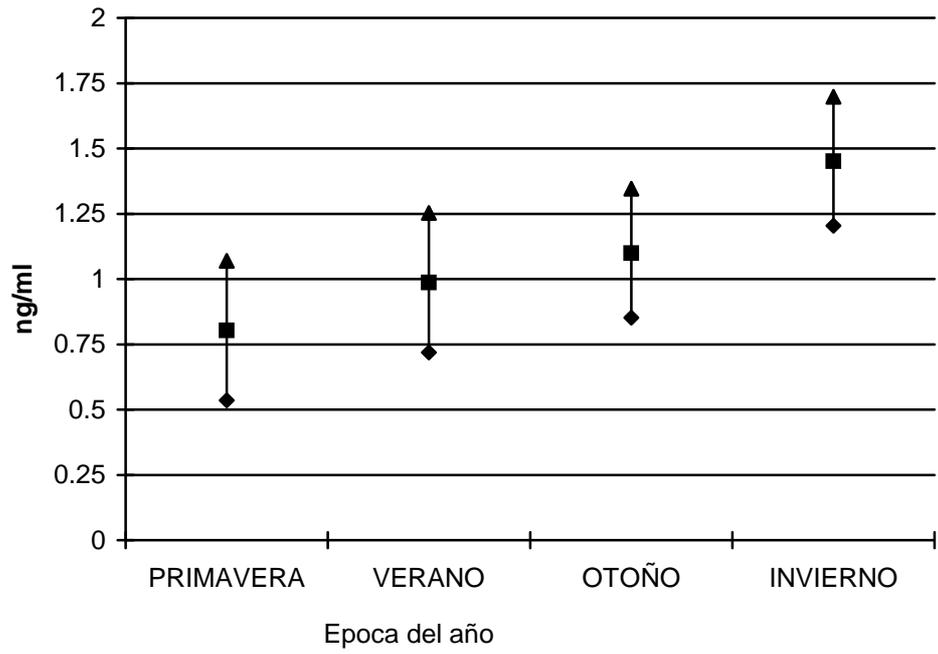
Letras diferentes indican diferencia significativa $P < 0.01$.
ee = error estándar.

Como puede observarse las concentraciones séricas de T en los conejos machos estuvo influenciada durante la época del año ($P < 0.01$), donde las mayores concentraciones se observaron durante el invierno, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas entre las otras épocas del año ($P > 0.10$) (Gráfica 1).

Gráfico 1. Niveles séricos de testosterona (ng/ml) en conejos machos adultos de raza California durante un ciclo anual.



En el gráfico 2 se muestran los promedios del andrógeno durante las diferentes épocas del año, en el que también se esquematiza el error estándar de la media.



Gráfica 2.-Concentraciones séricas de T (ng/ml) en conejos de acuerdo a la época del año.

8. Discusión de Resultados

Se ha documentado que la investigación del comportamiento reproductivo del macho en las especies domésticas es menos intensa que en la hembra (Ruiz, 2004). En ese sentido, Hernández (2006) realizó una revisión detallada sobre el tema y concluyó que particularmente el aspecto reproductivo del conejo macho ha sido poco estudiado en aspectos como: fertilidad, prolificidad, características seminales y niveles de T durante las diferentes épocas del año, en diversos lugares del mundo y particularmente en México. Al respecto, en la revisión de la literatura de esta investigación, se confirmó la escasa información que existe sobre los niveles del andrógeno y su influencia sobre el comportamiento reproductivo del conejo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se deduce que el comportamiento reproductivo de los conejos en estudio, como lo indica Zamora (2006), se inicia a finales de enero en el módulo donde se realizó esta investigación, incrementándose paulatinamente en los meses de febrero y marzo, como lo confirman los niveles de T en la época de Invierno (1.451), la cual no es tan estricta como en las latitudes Norte como se aprecian los parámetros reproductivos de esta especie (Flores, 1998). Respecto a la Primavera correspondiente al año 2005, los niveles del andrógeno fueron disminuyendo notablemente (0.803 ± 0.136), considerando que este fenómeno fue influenciado por la temperatura ambiental y de microclima. El resultado anterior fue semejante a lo documentado por Weitze *et al*, (1976), Brockhousen *et al*, (1979) y Bagliacci *et al*, (1987), quienes citan una esterilidad de verano asociada a factores ambientales, aunque cabe destacar que sus investigaciones fueron realizadas en semen, comportamiento sexual y diámetro testicular; concluyendo que la libido de los individuos en estudio se vio disminuida y con ello se demostró que esta especie es particularmente sensible a las temperaturas elevadas.

La actividad sexual de estos animales en el presente estudio se reactivó parcialmente durante el verano, como lo muestra el aumento de los niveles de T y su comportamiento sexual. Referente al Otoño el grupo estudiado siguió comportándose como en el Verano, de acuerdo con lo observado en el presente experimento. En referencia a este último período, Hernández (2006) documenta que hacia los meses de

noviembre y diciembre correspondientes al Otoño observó en conejos macho California una disminución en el volumen de eyaculado, concentración espermática, motilidad masal y motilidad individual progresiva de los semovientes estudiados, lo que puede relacionarse con los niveles de T obtenidos en el presente estudio.

No obstante, los resultados obtenidos en el presente estudio durante Primavera, Verano, Otoño e Invierno están dentro del parámetro reportado por diversos autores como Moor y Younglai (1975), Silvan *et al.*, (1990), Boiti *et al.*, (1992), Ben Saad y Maurel (2004), a pesar de trabajar en latitudes diferentes.

En relación a los estudios realizados para conocer los niveles de T; Moor y Younglay (1975) realizaron en Nueva Zelanda (país de latitud sur), una investigación donde utilizaron como modelo de estudio a conejos de raza Nueva Zelanda; después del estudio concluyeron que los niveles de la hormona fluctuaron entre 0.5 – 10 ng/ ml. Por otra parte, Silvan *et al.*, (1990) en un trabajo realizado en España estudiaron a conejos silvestres y domésticos, concluyendo que existen variaciones estacionales y/o fotoperiódicas de los niveles séricos del andrógeno; de esta forma los valores que reportan se ubican entre 0.3 – 10 ng/ml. Así mismo, en el presente estudio se observó una situación semejante a través de un ciclo anual, donde el valor promedio mínimo se presentó en Primavera (0.8943 ng/ml) y el mas elevado fue en invierno (1.4786 ng/ml), siendo este último bajo en relación al máximo encontrado por los investigadores citados, sin embargo, se debe considerar que los trabajos se realizaron en una raza y condiciones geográficas diferentes.

Así mismo, investigadores como Dubiel *et al.*, (1985) y Yan *et al.*, (1985) reportaron que en el caso del conejo doméstico no existe un período de estacionalidad tan delimitado, siendo máximos los parámetros reproductivos durante los meses de marzo a junio y mínimos al inicio del otoño. Al respecto en la presente investigación, los niveles máximos de T se presentaron durante el Invierno; con referencia a este hecho es necesario considerar que la monta de la hembra se da durante esta época y que la mayor cantidad de nacimientos de los gazapos se presentan en primavera (marzo – junio) cuando en la naturaleza existe disponibilidad de alimento, tal y como lo documentan Flores *et al.*, (1998) y Zamora (2006). De esta manera se puede inferir que el comportamiento sexual, producción de semen y libido son parámetros fisiológicos

ligados a los niveles del andrógeno estudiado, que sin embargo, se ven influenciados por factores como la edad, raza, peso, condiciones ambientales, nutrición y manejo; en referencia a lo anterior, en este trabajo se observó que los niveles de la hormona varían a través de los meses de estudio, por lo que se determina que sus niveles están influenciados por la época del año y el fotoperíodo (Esquivel y Páramo, 2006; Hernández, 2006).

Así también, Boiti *et al.*, (1992) encontraron que los niveles de la hormona se ven afectados por factores ambientales (temperatura) y del fotoperíodo, obteniendo los siguientes resultados; 10.54 ng/ml y 1.54 ng/ml en los grupos de estudio. Por otro lado, Ben Saad y Maurel (2004), en un estudio realizado en la isla de Zembra (África del norte) demuestran que los niveles séricos de la hormona están influenciados por la estación del año y fotoperíodo natural, teniendo su máximo pico en los meses de septiembre y octubre (6.9 ± 0.5 ng/ml), presentando un declive durante noviembre y enero (días cortos) manteniéndose disminuidos durante los meses de febrero hasta agosto. En este trabajo, los valores encontrados en los meses referidos corresponden al otoño, donde el valor obtenido fue de 1.099 ± 0.126 lo que indica que son rubros diferentes, ya que se trata de situaciones geográficas distintas, pero en ambos casos se hace notoria la influencia de los factores ambientales y el fotoperíodo como lo citan oportunamente Ben Saad y Boyle (1985).

Finalmente y como se ha citado, los trabajos sobre los niveles de secreción del esteroide en México son escasos, así que los puntos de comparación pueden ser diversos de acuerdo a la situación geográfica en la que se haya realizado un estudio similar, para ello es fundamental recordar que cualquier especie doméstica o silvestre, cuanto más se aleje del ecuador presenta un período de estacionalidad más delimitado (Gutiérrez *et al.*, 2006).

9. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados se concluye que:

- a. La testosterona es una hormona que varía en su concentración a través de las estaciones del año.
- b. Se infiere que las concentraciones de este esteroide se ven influenciado por el fotoperíodo y la estacionalidad.

10. Recomendaciones

Se recomienda a los interesados en el tema, que realicen más estudios sobre los perfiles de secreción de la T en otras razas y con un mayor número de semovientes, aunque cabe aclarar que este tipo de estudios son costosos y tal vez por ello, existen pocos reportes al respecto.

11. Bibliografía

1. Alcazar, N. A. 1991. El efecto de la naloxona sobre el diámetro testicular y la libido del conejo. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México D. F.
2. Alvariño, A. R. M. 1993. Control de la reproducción en el conejo. Editorial Mundi-Prensa. España.
3. Alvariño, J.M.R. 2000. Reproductive performance of male rabbits. En Memorias del 7th World Rabbit Congress. Valencia, España.
4. Ávila T. A. 2005. Uso del Clorhidrato de Naloxona como estimulante de la receptividad, fertilidad y prolificidad en conejas Chinchilla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. México.
5. Bagliacci, M., Camilo, F., y Paci, G. 1987. The effect of temperature on the reproductiv performance of male rabbits. Rev. di Coiniglicolture, 10, 61 – 65.
6. Barbado, J. L. 2004. Cría de Conejos. Editorial Albatros. Buenos Aires Argentina.
7. Ben Saad, M., y Bayle, J.D. 1985. Seasonal changes in plasma testosterona, thyroxine and Cortisol levels in wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus algirus*) of Zembra Island. Gen. Comp. Endocrinol. 57 (3), 383 – 388.
8. Ben Saad, M., y Maurel, D.L. 2004. Reciprocal interaction between seasonal testis and thyroid activity in Zembra island wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of castration, thyroidectomy, temperature and photoperiod. Biol. Reprod. 70: 1001 – 1009.
9. Berger, M., Jean – Ffaucher, C., Turckheim, M., De Veissiere, G., Blanc, M. R., Poirier, J. C., y Jean. C. 1982. Testosterone, Luteinizing hormone, (LH) and Follicle stimulating Hormone (FSH) in plasma of rabbit from birth to adulthood. Correlations with sexual and behavioral development. Acta Endocrinológica. 99(3) 459 – 465.
10. Boiti, C., Chiericato, G.M., Filotto, U. And Canali, C. 1992. Effects of high environmental temperature on plasma testosterone, Cortisol, T3 and T4 levels in the growing razeit. Appi. Rabbit Res. 15: 447 – 455.
11. Boyd, I. L. 1987. Gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to LHRH in castrated and intact male rabbits exposed to different photoperiods. J. Reprod. and Fert. 79 (2) 627 – 633.

12. Brouckhausen, P.; Paifler, S.; Schlolaut, W. 1979. Influence of heat stress, due to length of the coat, on semen quality traits, sexual behaviour and testis volume of Angora rabbits. *Züchtungskunde*. 51 (3) 234 – 248.
13. Cheeke P. R. 1987. *Rabbit Feeding and Nutrition* 1a Edition, editorial Orego State University.
14. Dubiel, A., Krolinski, J., y Karpiak, C. 1985. Semen quality in different breeds of rabbits in different seasons. *Med. Weterynaryja*, 41 (11), 680 – 684.
15. Esquivel, L. C., y Páramo, R. M. 2006. Sistema Reproductor. En: *Urología y Ginecología*. Módulo 6. Diplomado a distancia en Medicina Cirugía y Zootecnia en Perros y Gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México.
16. Estación meteorológica. 2006. FESC. UNAM. México.
17. Flores, M. H., Zamora, F. M. M., y Guevara, V. J. 1998. Efecto estacional de la respuesta reproductiva en tres razas de conejos en el altiplano mexicano. En *Memorias del 1er Congreso de Cunicultura de las Américas*. Cd. de México, México.
18. Gallegos, G. G. 1999. *Manual de Bioquímica*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México
19. Gómez G. G. P. 2002. Producción de carne de conejo como alternativa en el semidesierto queretano (Querétaro México) región indígena marginada y de bajo potencial agropecuario. 2º Congreso de cunicultura de las Américas. México.
20. González, U. R. 2004. Iluminación en la granja cunícola. Influencia en el ciclo reproductivo y métodos de aplicación. Centro tecnológico de inseminación artificial. Universidad de León.
21. Gutiérrez, C., Rancel, R.L., y Lassala, A. 2006. Pubertad, Ciclo estral y Estacionalidad. Cap. 5 En: *Reproducción de los animales domésticos*. 2ª Edición. Editorial Limusa. México.
22. Haddad, F. J., y Cedenho, A. 1997. www.unifesp.br/.../uronline/ed0397/infert.gif
23. Hafez, E.S.E. 1970. *Reproduction and breeding techniques for laboratory animals*. Lea and Febiger. Philadelphia. USA.
24. Hafez, E.S.E. 2002. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Interamericana México.

25. Hernández, A. I. 2006. Efecto de la Naloxona sobre la función testicular del conejo macho raza California. 4º Seminario de Avances en Investigación. Maestría en Ciencias Pecuarias. PICP. Universidad de Colima. México.
26. Illera, M. M. 1994. Reproducción de los animales domésticos. Editorial Aedos. España
27. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2006. Síntesis geográfica del Estado de México.
28. Lau, I. F., y Saksena, I. K. 1979. Steroids in de rete testis fluid of fertile male rabbits. Archives of Andrology. 2 (1) 49 – 52.
29. Martínez, de la C. J. 2004. Evaluación de las características seminales y su relación con la productividad en los sementales del modulo de conejos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Tesis de Licenciatura. FESC UNAM. México.
30. McNitt J. I. y Nephi M. P. 2000. Rabbit Production. 8th edition. Edit. Interstate Publishers, Inc. Danville Il. U.S.A.
31. Moor B, C., and Younglai E, V. 1975. Variations in Peripheral levels of LH and testosterone in adult male rabbits. Journal of reproduction an fertility. 42: 259 – 266.
32. Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía UANL. México.
33. Pedrón, N., Pedroza, D., Calzada, E., Salazar, L., y Fuentes, V. 1996. Effect of Naloxone on serum Testosterona in adult male rabbits. Archives of andrology. 37: 15 – 18.
34. Quesenberry, K.E. 1996. Conejos. Cap. 9 En: Manual clínico de pequeñas especies. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. México.
35. Rebollar, G. P.1993. Fisiología de la Reproducción en el conejo macho. Capítulo 2. En: Control de la reproducción en el conejo. Editorial Mundi – Prensa. España.
36. Roca, T. 2006. www.conecarsa.com.ar/tonirocca.htm
37. Rosano, L.M.A. 1991. El efecto de la Naloxona sobre la receptividad sexual de la coneja Nueva Zelanda. FMVZ – UNAM. México.
38. Rosell, P. J. 2000. Enfermedades del conejo. Tomo 1. Generalidades. Ediciones Mundi-Prensa. México.

39. Ruckebusch Y., Phaneuf. L. F., y Dunlop. R. 1994. Fisiología de Pequeñas y Grandes Especies. Edit. El Manual Moderno. México.
40. Ruiz, C. G. 2004. Efecto de la aplicación del clorhidrato de naloxona sobre la función testicular del macho cabrío. Tesis de Doctorado. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias PICP. Universidad de Colima. México.
41. Ruiz, P. L. 1983. El conejo. Manejo. Alimentación. Patología. 2° edición. Ediciones mundi-prensa. España.
42. Silvan, G., Illera, J C, Martin, R. e Illera, M. 1990. Photoperiodic variations in plasma concentration of testosterone in the rabbit. *Rev. Esp. Fisiol.* 46 (2), 177–182.
43. Singh, B., Dixit, V. D., Singh, P., Georgine, G. C., y Dixit, V. O. 2000. Effect of naloxone on de plasma levels of LH, FSH, Prolactin and testosterone in Beetal bucks. *Small Rum. Res.* 37: 51 – 55.
44. Uzcategui, M. E., y Johnston, N. P. 1990. Effect of continuos and intermittent photoperiods on the reproductive performance and growth of rabbits. *J. of Applied Rabbit Research*, 13 (3 – 4), 215 – 219.
45. Walter, M. R., Martinet, L. Molti, B., y Thibault, C. 1986. Regulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le pain, mâle et femelle. *Arch. Anat. Hyst. Imbr. Norm. Exp.*, 51, 775.
46. Weitze, K. F.; Holler – Holtkamp, P.; Stephan, E. 1976. The effect of experimental heat stress on some eyaculate characters in rabbits. *A.B.A.*, 47, 3.219.
47. Yan, Z., Gong, Y. Q., Ding, J. T., Ding J. C., y Wang, Z. Q. 1985. Influence of hot summer weather on plasma testosterone concentration and semen quality in Angora rabbits. *Chinese J. of Rabbit farming*, 3, 24 – 26.
48. Zamora, F. M. 2006. Comunicación personal. Módulo de conejos FES – C. UNAM. México.