

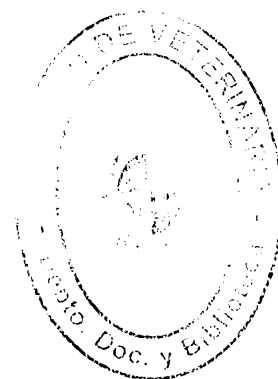
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**CONCENTRACIÓN SÉRICA DE TESTOSTERONA Y SU RELACIÓN CON
ALGUNOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN TOROS HEREFORD.**

Por

Liliana HERNÁNDEZ FAGÚNDEZ
Eloísa NAN PERAZZA



TESIS DE GRADO presentado
como uno de los requisitos para
obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias (Orientación
Producción Animal)

MODALIDAD: Trabajo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

095 TG

Concentración s

Hernández Fagúndez, Liliana



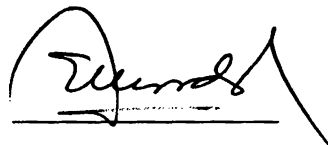
FVI27869

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:

Dr. Daniel Cavestany

Segundo Miembro: (Tutor)



Dr. Daniel Elhordoy

Tercer Miembro:

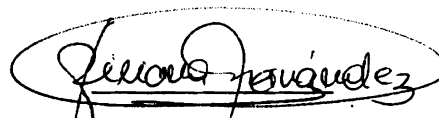
Dr. Fernando Perdigón


Co - Tutor:

Dr. Roberto Acuña

Fecha: 7/08/08

Autores:


Liliana Hernández


Eloisa Nan

27.869

AGRADECIMIENTOS

- A nuestras familias, por el apoyo brindado a lo largo de nuestras carreras, ya que sin ellas nos habría sido imposible llevarlas a cabo.
- A la Sra. Laetitia D Aremberg y a todo el personal de “Las Rosas” Sociedad Ganadera por su colaboración.
- A la Dra. Alicia Olascoaga y a todo el personal del Laboratorio Clínico del Hospital de Clínicas por el procesamiento de las muestras.
- A los Dres. Daniel Elhordoy, Daniel Cavestany, Roberto Acuña, Ignacio Doderá, Danilo Fila, Jaquelyn Elgarte por su ayuda desinteresada.
- Al Dr. Carlos Echeverrito y a todo su personal por su comprensión.
- A los Dres. Fernando Vila, Andrés Gil y al Ing. Agr. Alejandro Mendoza por su colaboración en el análisis estadístico.
- A todos nuestros amigos, en especial a María Fernanda Alzugaray, Fabiana Pedutto, María Pía Bentancur por su tiempo y apoyo importantes para la realización de este trabajo.
- Al Laboratorio de Semen de la cátedra de Teriogenología de la Facultad de Veterinaria por el material puesto a disposición.
- Al personal de Biblioteca de la Facultad de Veterinaria, por su dedicación
- A todos nuestros amigos del Orientado Producción Animal 2006.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	IV'
1. RESUMEN	1
2.SUMMARY	2
3.INTRODUCCIÓN	3
4.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
4.1 IMPORTANCIA DEL TORO EN LA REPRODUCCIÓN	5
4.2 ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO	6
4.2.1 Escroto	6
4.2.2 Testículos	7
4.2.3 Epidídimo	8
4.2.4 Conducto deferente	8
4.2.5 Cordón espermático	9
4.3 Glándulas accesorias	9
4.3.1Vesículas seminales	9
4.3.2 Próstata	9
4.3.3 Glándulas bulbouretrales	9
4.3.4 Uretra	10
4.3.5 Pene y prepucio	10
4.4 FISILOGIA DE LA REPRODUCCION EN EL MACHO	11
4.4.1 Espermatogénesis	12
4.5. EVALUACION DE LA ACTITUD REPRODUCTIVA DEL TORO	14
4.5.1 Factores que influyen en la libido y habilidad copulatoria	17
4.6 CIRCUNFERENCIA ESCROTAL	21
4.6.1CE y pubertad	22
4.6.2 CE y peso testicular	22
4.6.3 CE y producción de espermatozoides	22

4.6.4 Edad y CE	23
4.6.5 Raza y CE	23
4.6.6 CE y comportamiento sexual y social	23
4.6.7 CE y fertilidad	24
4.6.8 CE y testosterona	24
4.6.9 CE y estación	24
4.6.10 CE y nutrición	24
4.7 CALIDAD SEMINAL	25
4.7.1 Diversas metodologías aplicadas a la colecta de semen	25
4.7.1.1 Vagina artificial	25
4.7.1.2 Electroeyaculación	26
4.7.1.3 Masaje rectal	27
4.8 ESTRUCTURA Y MORFOLOGIA DEL ESPERMATOZOIDE	28
4.8.1 Anormalidades del espermatozoide	29
5 UTILIZACIÓN DE TOROS JOVENES EN SERVICIO A CAMPO O CENTROS DE INSEMINACIÓN	31
6 OBJETIVOS	32
7 MATERIALES Y MÉTODOS	33
7.1 Localización y duración	33
7.2 Animales	33
7.2.1 Condición corporal	33
7.2.2 Medición de CE	34
7.2.3 Muestreo de sangre	34
7.2.3.1 Método de quimioluminiscencia	34
7.2.4 Colecta y examen de semen	34
7.3 Análisis estadístico	36
8 RESULTADOS	37
9 DISCUSIÓN	43
10 CONCLUSIONES	48
11 BIBLIOGRAFÍA	49
12 ANEXOS	57
ANEXO I	57
ANEXO II	58

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS:

Figura 1. Aparato reproductor del toro	6
Figura 2. Proceso de espermatogénesis en el toro	13
Figura 3. Biosíntesis de testosterona	19
Figura 4. Conversión de testosterona en Dihidrotestosterona	20
Figura 5. Morfología del espermatozoide	28
Figura 6. Concentración sérica de testosterona en toros de sobreaño	38
Figura 7. Relación y tipo de anomalías espermáticas según edad en toros Hereford	42
Cuadro I Concentración de androstenediona y Testosterona en toros jóvenes por método RIA	18
Cuadro II Efecto de la raza sobre la CE (cm) en toros de 2 años de vida	23
Cuadro III Escala de condición corporal en animales de carne	33
Cuadro IV Parámetros obtenidos durante el experimento según los meses	37

1. RESUMEN

Se realizó un ensayo para determinar si existe asociación entre concentración sérica de testosterona y circunferencia escrotal de 30 toros de la raza Hereford entre 14 y 21 meses pastoreando campo natural sobre suelos de basalto entre los meses de abril y noviembre de 2007.

Para dicho objetivo se realizó un examen andrológico de los toros, se determinó condición corporal, circunferencia escrotal y se extrajo sangre a la totalidad de los animales de la vena coccígea para cuantificación de testosterona en suero sanguíneo por el método de quimioluminiscencia.

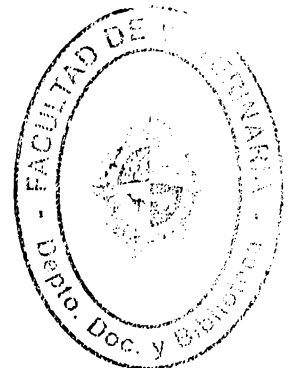
Se encontró correlación entre circunferencia escrotal y concentración de testosterona solamente a los 14 meses de edad, $r: 0.03$ ($p < 0.05$), no encontrando correlaciones a los 18 ($r: 0.12$) y 21 meses de edad ($r: 0.35$).

Como segundo objetivo se planteó determinar si dichos animales pueden ser utilizados como reproductores, evaluando parámetros como condición corporal, circunferencia escrotal y parámetros seminales obtenidos por medio de masaje rectal. En el semen se evaluó: motilidad de masa e individual, concentración espermática y porcentaje de anormalidades.

No se puede concluir que dichos animales en estudio puedan ser utilizados como reproductores, debido al déficit nutricional causado en los meses de invierno el cual ocasionó una significativa disminución de condición corporal, circunferencia escrotal y parámetros seminales como motilidad individual y concentración espermática, las cuales se encontraron por debajo de los niveles óptimos para alcanzar la madurez sexual.

Se realizó la comparación entre las edades (14, 18 y 21 meses) encontrando mejores resultados de circunferencia escrotal a los 14 meses ($31,2 \text{ cm} \pm 2,0$), coincidiendo con una mayor condición corporal ($4/8$) y mejores parámetros seminales si los comparamos con los mismos animales a los 21 meses de edad.

Palabras claves: toros, examen andrológico, circunferencia escrotal, testosterona.



2. SUMMARY

An experiment has been performed to determine if association between serum level of testosterone concentration and scrotal circumference of 30 Hereford bulls between 14 and 21 months, leading natural basalt pasture between the months of April and November of 2007 exist.

For such objective, a clinical-reproductive exam of the bulls was performed, which determined corporal condition, scrotal circumference and blood was extracted from all animals via the vein for quality of testosterone in the sanguineous serum using the quimioluminescence method.

Analogy was found between scrotal circumference and testosterone concentration only in the 14 months of age, $r: 0.03$ ($p < 0.05$), not finding analogy in the 18 ($r: 0.12$) and 21 month of age ($r: 0.35$).

As a second target, it was planned to determine if these animals could be used in reproducing, evaluating parameters as corporal condition, scrotal circumference and seminal parameters as individual cropping and sperm concentration, which were found below the best values to reach sexual maturity.

A comparison between the age (14, 18 and 21 months), finding better results of scrotal circumference at 14 months ($31,2 \text{ cm} \pm 2,0$), coinciding with a greater corporal condition and better spermatic parameters, if compared with the same animals of 21 months of age was performed.

Key words: bulls, andrological examination, scrotal circumference, testosterone

3. INTRODUCCIÓN

La superficie bajo régimen de pastoreo en Uruguay oscila los 15 millones de hectáreas las cuales representan un 90% de la explotación total, siendo el campo natural la principal fuente de alimentación en la mayoría de los establecimientos ganaderos (Rovira, 1996).

Las existencias de ganado bovino alcanzaron 11.709 cabezas en el año 2006; de cuya cifra los toros representan un 1.47% mientras que la producción de carne vacuna llegó a 1:13 millones de toneladas (DIEA, 2007).

La *Eficiencia Reproductiva (ER)* es de vital importancia para mantener una producción eficiente y rentable (Gamarra, 1994).

Dicha eficiencia puede ser medida en un rodeo como: el porcentaje de vacas preñadas a la palpación rectal al final del período de entore, porcentaje de terneros destetados y el porcentaje de terneros nacidos vivos (Cuenca et al., 1986).

Para obtener una mayor ER es necesario tener en cuenta por un lado el rodeo de hembras a servir (condición corporal, nutrición y sanidad) y por otro lado el rodeo de machos que van a efectuar el servicio (Gamarra, 1994).

Un toro es considerado altamente fértil o eficiente desde el punto de vista reproductivo cuando utilizado con 50 hembras que ciclan normalmente, durante 21 días, es capaz de preñar el 95 a 100% de ellas (Witt, 1989).

La *evaluación del potencial de aptitud reproductiva* del toro es una herramienta fundamental en la mejora de la ER (Geymonat, 1984). Dicha evaluación incluye según McGowan et al., (1995) un examen clínico general y particular del aparato reproductor (teniendo en cuenta la medición de la circunferencia escrotal), examen de semen y examen funcional (prueba de habilidad de monta y prueba de capacidad de servicio). Es una técnica rápida, exhaustiva, poco costosa y de alto valor predictivo en cuanto a la fertilidad actual, debiéndose efectuar de 4 a 6 semanas previas al servicio o venta (Patterson, 2005; Kastelic, 2007).

Tradicionalmente en nuestro país se prestaba atención a los toros al momento de su compra, al inicio del entore para asignarles los rodeos a servir y luego del mismo para ser enviados al "potrero de los machos" hasta la siguiente temporada de servicio (García Pintos, 2004). Según este autor, el examen de los toros antes del servicio debería ser necesario, debido a que en Uruguay trabajos de la década del 80 demostraron que alrededor del 35% de los toros utilizados eran afectados de una lesión que les imposibilitaba la monta, poseían alteraciones del aparato reproductor o eran usados a edades no recomendadas.

En Uruguay Cuenca (1986) ha reportado que se comienza a realizar el examen de actitud reproductiva generalmente entre los 2 y 3 años en adelante. A su vez Peralta (2004) en Argentina recomienda realizar el primer examen de actitud reproductiva alrededor de los 15 meses de edad.

Una forma de mejorar la eficiencia reproductiva es adelantando la edad de utilización de los reproductores. Debido a que en el país no existen trabajos actuales que contribuyan a determinar dicha edad; la hipótesis principal fue estudiar si toros jóvenes entre 14 y 21 meses de edad pueden ser utilizados como reproductores mediante la realización del examen de actitud reproductiva, evaluando su circunferencia escrotal, parámetros seminales y concentración sérica de testosterona.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Importancia del toro en la reproducción:

Para optimizar la eficiencia reproductiva no solo debemos considerar a la hembra; sino que también al macho, el cual juega un rol importante en el mejoramiento de la producción de carne o leche (Geymonat, 1984).

El mismo no solo aporta la mitad de los genes a su descendencia, es además el responsable del 80 % o más del mejoramiento de los distintos caracteres de la población, debido a la aplicación de un diferencial de selección mayor que en la hembra (Geymonat, 1984).

Durante la épocas de entore y encarnerada, los productores utilizan un exceso de machos cada 100 hembras para así asegurar una adecuada fertilidad en sus rodeos y majadas sin tener en cuenta factores genéticos y ambientales que pueden afectar el comportamiento sexual y la capacidad reproductiva (Geymonat, 1984).

Por otro lado, una encuesta realizada en el año 2000 en Uruguay señaló que el 26 % de los predios utilizan los animales producidos en su propio establecimiento, mientras que el 74 % restante usan animales de otras procedencias. Los criterios más importantes al momento de la compra eran en su gran mayoría el origen y en menor medida enfermedades venéreas y EPD (diferencia esperada en la progenie) (Gil, 2005). Dicho estudio demostró además que un 18 % de los productores consideraron la evaluación clínica reproductiva como forma de eliminación de toros, previo al servicio y solamente un 3% consideró la calidad seminal como forma de refugio (Gil, 2005).

Tecnologías de bajo costo como la evaluación de aptitud reproductiva (EAR) en toros (McMillan, 1994) y otras medidas como destete temporario, manejo diferencial según condición corporal de las vacas, manejo de las pasturas y diagnóstico de preñez, permitirían mejorar los resultados productivos y económicos de los establecimientos criadores. La implementación de dichas medidas han sido en forma parcial, sin modificar los promedios a nivel nacional (Soca y Orcasberro, 1992).

4.2 Anatomía del aparato reproductor del toro:

En la siguiente figura (figura 1) se observa el aparato reproductor del toro y sus principales partes :

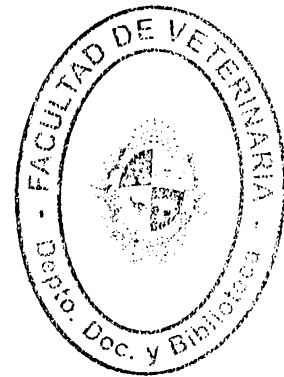
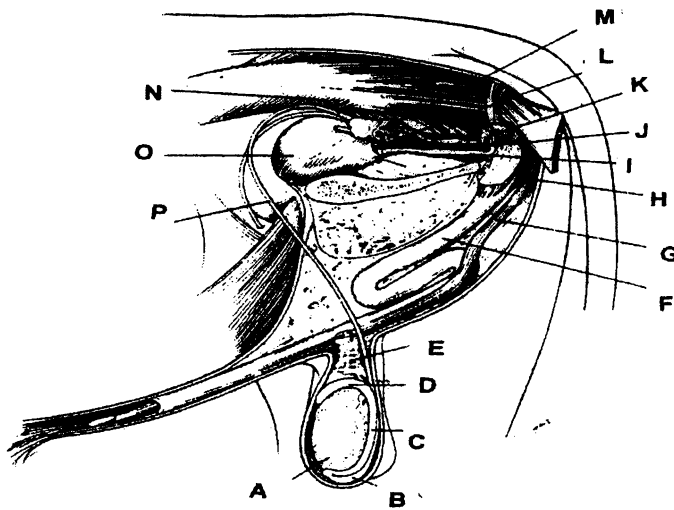


Figura 1. Aparato reproductor del toro (Youngquist, 2007).

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| A. Testículo | J. Uretra |
| B. Cola del epidídimo | K. Gl. Bulbouretrales |
| C. Cuerpo del epidídimo | L. Próstata |
| D. Cabeza del epidídimo | M. Vesículas seminales |
| E. Plexo pampiniforme | N. Ampolla |
| F. Cuerpo del pene | O. Vejiga |
| G. Musc.retractor del pene | P. Conducto deferente |
| H. Musc.bulbouretral | |

4.2.1. Escroto:

El escroto da alojamiento a cada testículo y epidídimo, los mismos están suspendidos por un cordón espermático formado por un haz de estructuras que comprende: conducto deferente, vasos y nervios encerrados en una doble cubierta de peritoneo (Dyce, 2007).

La *bolsa escrotal* está compuesta por varias capas:

- *La piel* relativamente fina cubierta por pelos, rica en glándulas sebáceas y sudoríparas.
- *Túnica dartos* íntimamente unida a la piel, excepto en parte superior y dorsal de la bolsa, formada por tejido muscular involuntario y conexiones de tejido conjuntivo, se divide en dos bolsas mediante un tabique medio, cada una de ella contiene un testículo (Salisbury et al., 1978).

Dicha capa responde a cambios de temperatura ambiental contrayéndose o relajándose, dando lugar al acercamiento o alejamiento al abdomen de los testículos (Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007).

- *Fascia espermática* se puede dividir en varias capas: fascia espermática externa (la más importante), fascia cremásterica (músculo de tipo estriado por lo que su contracción no puede mantenerse por mucho tiempo) y por último una fascia espermática interna (Dyce, 2007).
- *Túnica vaginal* es una prolongación del peritoneo, se subdivide en dos capas: una visceral, que constituye el revestimiento del testículo y epidídimo, y otra parietal que reviste la cavidad escrotal (Salisbury et al., 1978; Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007).

La bolsa escrotal cumple la función de protección testicular y de termorregulación en asociación con las glándulas sudoríparas, túnica dartos, músculo cremáster y plexo pampiniforme. Esta última función hace posible la formación de espermatozoides de forma normal requiriéndose para ello una temperatura 2 a 4° C inferior a la corporal (Salisbury et al., 1978; Hafez y Hafez, 2002).

4.2.2 Testículos :

Son los principales órganos sexuales en el macho; poseen una forma oval y como se expresó anteriormente se encuentran dentro de una bolsa escrotal, llegando a un peso aproximado de 250 a 500 gramos, cuyo eje mayor se dispone en forma vertical (Salisbury, 1978; Roberts, 1979). En la madurez sexual llegan a una longitud de 10,2 a 12,7 cm. y 5 a 6,4 cm. de ancho aproximadamente (Salisbury et al., 1978; McDonald, 1991).

Se encuentran revestidos por una capa de tejido conjuntivo elástico, la túnica albugínea (Salisbury et al., 1978). Deben moverse libremente dentro del escroto, con una diferencia entre testículos de aproximadamente 10% (Kastelic, 2007).

El parénquima testicular está compuesto por túbulos seminíferos entremezclados y contorneados en forma de asa; ambos extremos se abren en la rete testis ubicado en el mediastino testicular drenando hacia los conductos eferentes los cuales se unen a la cabeza del epidídimo (Dyce, 2007). Entre las células que forman parte de los túbulos seminíferos se encuentran las células sustentadoras o de sertoli y las células de la línea germinal; a partir de éstas se producen la espermatogénesis. Las células de sertoli previo a la pubertad forman una barrera que aísla las células germinales en proceso de diferenciación de la circulación general. Dichas células cumplen con la función de soporte así como de producción hormonal (Hafez y Hafez 2002).

Fuera de los túbulos seminíferos (en el intersticio testicular) se encuentran las células de Leydig, cuya función principal es la producción de hormonas masculinas (testosterona) importante para el mantenimiento de la espermatogénesis (Dyce, 2007). Es importante recordar que los testículos cumplen con dos funciones: la producción de espermatozoides vivos potencialmente fértiles y la formación de andrógenos: testosterona y androstenediona (Salisbury et al., 1978).

4.2.3. Epidídimo:

Constituye un órgano firme que se une al testículo a lo largo de sus bordes mayores caudomedial en el caso de los toros y posee innumerables circunvoluciones (Dyce, 2007).

Se divide en tres partes: cabeza, cuerpo y cola; la cabeza se encuentra firmemente unida a la cápsula testicular y recibe los conductos eferentes quienes luego se unen para formar el conducto epididimario (Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007).

El cuerpo puede estar menos adosado al testículo por la presencia de una bolsa testicular; mediante el tránsito por ésta porción del epidídimo la motilidad espermática se incrementa (Dyce, 2007).

La cola ocupa el extremo inferior de los testículos relacionado a él por medio de un ligamento (ligamento propio del testículo) y a la capa parietal de la envoltura testicular a partir del ligamento de la cola del epidídimo. Es la zona más vinculada con el almacenamiento espermático conteniendo alrededor de un 75%. Además se genera un ambiente propicio para que los espermatozoides adquieran su capacidad fecundante (Hafez y Hafez, 2002).

El epidídimo cumple funciones de transporte (9 a 13 días), maduración y almacenamiento de espermatozoides (Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007). Los espermatozoides almacenados en el epidídimo conservan su capacidad fecundante por varias semanas (Dyce, 2007).

Durante el tránsito por el epidídimo la gota citoplasmática emigra desde la región del cuello hasta un sitio cercano al anillo citoplasmático (Salisbury et al., 1978; Hafez y Hafez, 2002).

4.2.4. Conducto deferente:

Se origina a nivel de la cola del epidídimo, en su comienzo es ondulado pero se va estirando en su trayecto hacia el abdomen. Cuando se dirige hacia los vasos testiculares se disponen medialmente al epidídimo; todos los componentes del cordón espermático permanecen juntos en su paso por el canal inguinal colocándose lateralmente a la vejiga, finalizando en la uretra (Salisbury et al., 1978; Dyce, 2007). El mismo se encuentra provisto de abundantes nervios provenientes del plexo pelviano (sistema nervioso simpático), los cuales son estimulados durante la electroeyaculación y masaje rectal (Salisbury et al., 1978).

Su función es llevar los espermatozoides desde el epidídimo a la uretra durante la eyaculación (Dyce, 2007).

4.2.5. Cordón espermático:

Comienza en el anillo inguinal y finaliza en los testículos. Está formado por el conducto deferente, plexo pampiniforme, vasos linfáticos, nervios, túnica vaginal (con sus capas parietal y visceral), fascia espermática externa y músculo cremáster. Participa en el mantenimiento de la termorregulación (Dyce, 2007).

4.2.6 Glándulas accesorias:

4.2.6.1 Vesículas seminales:

Se encuentran en una posición lateral con respecto a las porciones terminales de cada conducto deferente con el cual comparten un conducto eyaculatorio abriéndose hacia la uretra.

En rumiantes son compactas y lobuladas. Producen la mayor parte de líquido seminal, adicionando fluidos y nutrientes al semen (fructosa y ácido cítrico), además secretan proteínas las cuales son de vital importancia para la motilidad espermática (Dyce, 1999; Hafez y Hafez, 2002; Neill et al., 2006). El contenido de fructosa y ácido cítrico reflejan la actividad endocrina de los testículos (McDonald, 1991). Las paredes de las vesículas seminales poseen fibras musculares involuntarias y una cubierta externa fibrosa (Salisbury et al., 1978; McDonald, 1991).

El agrandamiento, la firmeza excesiva o pérdida de lobulación, llamada adenitis vesicular o seminovesculitis pueden ser detectada mediante examen transrectal de dicha glándula; que afecta a un 2 a 4 % de los toros de 1 - 2 años, no siendo común en toros de mayor edad (< 1%) (Kastelic, 2007).

4.2.6.2 Próstata:

La misma posee dos porciones unidas: El cuerpo de la próstata se sitúa dorsalmente a la unión de la uretra pelviana con el cuello de la vejiga, mientras que la parte diseminada rodea a la uretra pelviana (Salisbury et al., 1978; McDonald, 1991).

Produce una secreción alcalina que causa aumento del pH en el eyaculado (Hafez y Hafez, 2002; Neill et al., 2006; Dyce, 2007) estos mismos autores aseguran que además producen: potasio, zinc, ácido cítrico, fructosa, fosforilcolina, espermina, aminoácidos libres, prostaglandina y enzimas.

4.2.6.3 Glándulas bulbouretrales o de Cowper:

Se encuentran próximas a la salida pélvica y a cada lado de la uretra pelviana; en el toro están casi ocultas por el músculo bulboesponjoso.

Cumplen con la función de limpiar los restos de orina que pudieran encontrarse en la uretra (Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007). Además producen una sustancia lubricante viscosa (Salisbury et al., 1978).

4.2.7. Uretra:

Se origina en el cuello de la vejiga; se divide en una parte interna o pélvica y otra externa o peneana. Su porción pélvica se encuentra envuelta por músculo uretral estriado recibiendo secreciones de distintas glándulas.

Es un órgano tubular importante en la excreción de orina y semen (Hafez y Hafez, 2002).

4.2.8 Pene y prepucio:

Órgano fibroelástico cilíndrico relativamente rígido incluso cuando no está en erección; posee una longitud de 1 metro aproximadamente en toros adultos, casi un cuarto de su longitud está formado por la flexura sigmoidea, localizada dorsal y caudalmente al escroto. Durante la erección la misma se endereza depositando el semen en el tracto reproductivo de la hembra (Dyce, 2007).

Los músculos retractores del pene de rumiantes controlan la longitud peneana por la acción que ejercen sobre la flexura sigmoidea (Hafez y Hafez, 2002).

El pene del toro adulto tiene una longitud de 1 metro y un diámetro de 2,5 centímetros, su grosor disminuye muy poco desde la raíz hasta el extremo libre (Salisbury et al., 1978).

La parte fija del pene se denomina raíz, el cuerpo corresponde a la parte principal y la terminación libre se llama glande del pene (Salisbury et al., 1978). Posee tres cuerpos cavernosos los cuales no se extienden hasta el vértice del pene (glande); éste se encuentra formado por una expansión del cuerpo esponjoso llamada bulbo del pene (Hafez y Hafez, 2002; Dyce, 2007).

En estado de reposo el extremo libre del pene está oculto dentro del prepucio. Este último se trata de una invaginación de la piel abdominal que se abre por detrás del ombligo. La cavidad prepucial tiene una longitud de 38 cm y un diámetro de 2,5 cm revestido por epitelio escamoso estratificado (Salisbury et al., 1978).

4.3. Fisiología de la reproducción en el macho

Antes de iniciarse la pubertad, los centros sexuales hipotalámicos a partir de neuronas sintetizan GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) que atraviesan el sistema hipotálamo-hipofisario llegando a la adenohipófisis, en donde estimulan la secreción de dos hormonas hipofisarias hacia la circulación: LH (Hormona Luteinizante) y FSH (Hormona Folículo Estimulante) las cuales actúan a nivel de las gónadas (Hafez y Hafez, 2002). Cada pulso de GnRH es seguido de la liberación de otros pulsos de LH y FSH, ésta última a su vez, se encuentra regulada por otros mecanismos además de la GnRH (Hafez y Hafez, 2002).

La FSH es responsable de la espermatogénesis desde la división inicial de las espermatogonias hasta la formación de los espermatoцитos secundarios. Por otra parte la LH es importante para el desarrollo de las células intersticiales o de Leydig y la secreción de testosterona además de otros andrógenos (Neill et al., 2006).

La producción de testosterona que ocurre a nivel de las células de Leydig, alcanzan los túbulos seminíferos por difusión simple o facilitada. Su secreción no es permanente en el macho, ocurre en forma de varios picos en el transcurso de 24 horas, lo cual refleja la liberación de gonadotropinas hipofisarias; dichos niveles varían en las distintas horas del día (Aranguren, 1995).

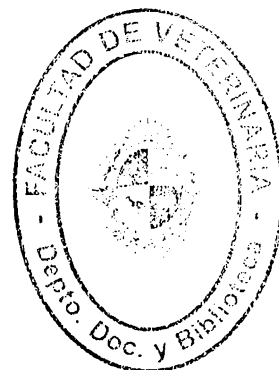
Dicha hormona es necesaria para la espermatogénesis; se concentra mayoritariamente en el tejido testicular llegando al torrente sanguíneo donde adquiere un rol importante en la libido como en la actividad secretoria de las glándulas accesorias y en el desarrollo de caracteres sexuales secundarios (Hafez, 1996).

Participa además en la queratinización del epitelio prepucial, desarrollo del pene y prepucio en la pubertad, en la separación del glande del prepucio, en el crecimiento de cuernos, actitudes masculinas, timbre de los sonidos emitidos, aumento del grosor de los huesos, aumento del tejido muscular con una distribución diferente de grasa respecto de la que presenta la hembra (McDonald, 1991).

Niveles elevados y continuos de testosterona y de otros esteroides gonadales como: progesterona, progestina o estrógeno mantenidos por inyección parenteral, ingestión o producidos por tumores a nivel testicular o adrenal, causan la degeneración y atrofia del epitelio seminífero y de las células intersticiales (Hafez y Hafez, 2002).

La **pubertad** en el macho se define como la edad en la cual un eyaculado contiene 50 millones de espermatozoides con una motilidad mínima del 10%; dicho eyaculado se considera suficiente para producir una gestación (Geymonat, 1984; Gordon et al., 1999; Jiménez-Severiano, 2001).

La edad a la pubertad varía según las diferentes razas: Hereford: 273-365 días; Aberdeen Angus: 273-350; Charolais: 231-371 días (Mapletoft, 1998). En general ocurre entre los 8 y 12 meses de edad cuando la circunferencia escrotal es de aproximadamente 28 cm. (Arteaga, 2001), variando según: edad y raza de la madre, raza del padre, temperatura ambiental, nutrición y el peso corporal (Hafez y Hafez, 2002).



En ganado de leche la pubertad se inicia cuando el peso corporal llega al 30 - 40% del peso adulto; mientras que en ganado de carne este porcentaje es mayor (45 a 55%) (Hafez y Hafez, 2002).

Según Barth (2007) el desarrollo sexual antes de alcanzar la pubertad puede ser dividido en tres periodos :

Periodo infantil: Se caracteriza por baja secreción de gonadotropinas y testosterona, se extiende desde el nacimiento hasta los 2 meses de vida.

Periodo prepuberal: Aumenta la secreción de gonadotropinas, se extiende desde los 2 a 5 meses, conocido como “aumento temprano de gonadotropinas” aumentando también las concentraciones de testosterona.

Periodo puberal: Desarrollo reproductivo acelerado después de los 5 meses de edad hasta la pubertad. La secreción de gonadotropinas disminuye y la secreción de testosterona continúa aumentando. A los 5 meses (20 semanas aproximadamente) se ha establecido el número final de células de Sertoli y comienza la espermatogénesis. Según Abdel et al., (1979) la concentración de testosterona a los 6 meses de edad se sitúa en los $2,79 \pm 1,99$ ng/ml aumentando hasta los 12 meses, momento en que comienza a disminuir situándose alrededor de $2,22 \pm 1,23$ ng/ml.

La **madurez sexual** se alcanza cuando la capacidad reproductiva del toro es total; el intervalo entre la pubertad y la madurez sexual se denomina adolescencia (McDonald, 1991). Varias características seminales se modifican cuantitativamente durante la adolescencia hasta llegar a la madurez sexual (McDonald, 1991).

Arteaga et al., (2001) considera la madurez sexual cuando una vez completada la pubertad, se obtiene una concentración espermática $\geq 400 \times 10^6$ ml, una motilidad $\geq 60\%$ y un porcentaje de espermatozoides normales $\geq 70\%$.

4.3.1. Espermatogénesis:

La producción de espermatozoides se llama espermatogénesis; esta comprende la división celular por mitosis y meiosis y una diferenciación final en espermatozoides denominada espermiogénesis (Junqueira et al., 2006).

En el toro la duración de dicho proceso es de aproximadamente 61 días (Barth 1989, citado por Youngquist et al., 2007), mientras que el tiempo necesario para cumplir un ciclo en el epidídimo es de aproximadamente 14 días (Hafez y Hafez, 2002).

Espermatocitogénesis:

El proceso se inicia con las células germinativas primitivas (espermatogonias), que durante la pubertad empiezan a dividirse por mitosis produciendo sucesivas generaciones. Las células hijas pueden seguir dos caminos: continuar dividiéndose, manteniéndose como células madres de otras espermatogonias (tipo A) o diferenciándose por medio de sucesivas divisiones (A2, A3, A4) en espermatogonias tipo B (Junqueira et al., 2006).

Dichas células se dividen por lo menos una vez para formar los espermatocitos primarios; los cuales duplican su ADN (mitosis) continuándose con dos sucesivas divisiones meióticas. A partir de la primera, surgen dos células pequeñas los

espermatocitos secundarios que luego ingresan en la segunda división meiótica en donde la cantidad de ADN se reduce a la mitad produciéndose dos espermátides (Hafez y Hafez, 2002; Junqueira et al., 2006).

Espermiogénesis:

Se puede dividir en cuatro etapas: *de golgi, de capuchón, acrosómica y de maduración*. En dichas etapas se produce la formación del acrosoma, la condensación y el alargamiento del núcleo, la aparición de un flagelo y la pérdida de la mayor parte del citoplasma. El resultado final son los espermatozoides maduros que se liberan a la luz del túbulo seminífero los cuales transfieren el ADN masculino al ovocito (Barth y Oko, 1989; Hafez y Hafez 2002, Junqueira, 2006).

Espermiación:

Liberación de las células germinales formadas al interior de los túbulos seminíferos (Barth y Oko 1989; Hafez y Hafez 2002).

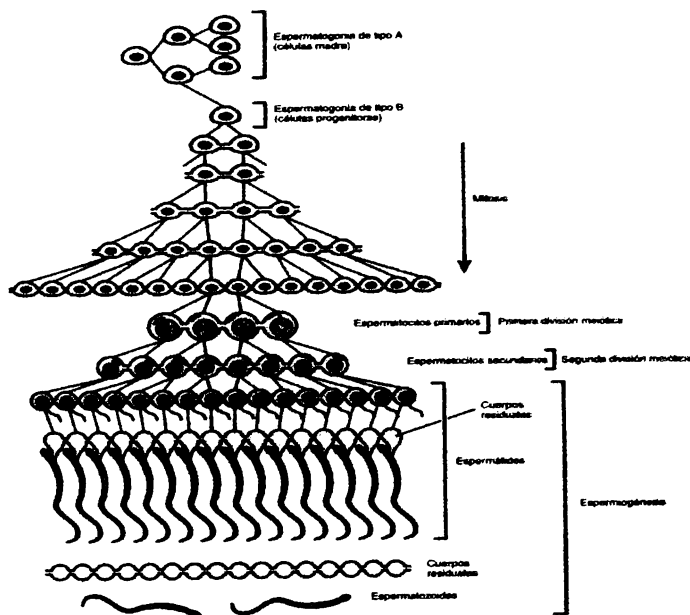


Figura 2. Proceso de espermatogénesis en el toro (Junqueira, 2006).

4.4. Evaluación de la actitud reproductiva del toro (EAR):

La EAR aporta ventajas directas e indirectas a la mejora de la eficiencia reproductiva de un rodeo; permite el rechazo u observación de toros problemas, mientras que indirectamente evita que dichos reproductores afecten negativamente la capacidad reproductiva de las hembras (Cuenca et al., 1986).

Es un procedimiento rápido, ordenado y económico; que permite realizar una estimación de la fertilidad potencial de un toro en ese momento, efectuando un diagnóstico presuntivo de la aptitud reproductiva (Patterson 2005; Rutter 2006).

El objetivo del EAR es identificar toros con alta probabilidad de obtener un gran porcentaje de hembras preñadas durante la temporada de servicio (Kastelic, 2007).

La Evaluación de Aptitud Reproductiva consiste en:

- 1) Reseña del establecimiento: Se debe detallar la principal actividad del establecimiento (tambo, cabaña, rodeo general), condiciones alimenticias y de manejo. Debiéndose realizar una correcta anamnesis patológica tanto próxima como remota de los toros a evaluar (Gamarra, 1994).
- 2) Inspección de todo el grupo de toros a corral: A partir de la cual es posible observar el estado de los animales en general: estado de carnes y uniformidad (Cuenca et al., 1986).
- 3) Inspección clínica individual: Antes de comenzar con el examen objetivo general (EOG) se debe prestar atención a la identificación de los animales (McGowan et al., 1995).

En la evaluación general del animal debe realizarse una inspección del estado general con el animal de pie, en estado de reposo y en movimiento, haciendo hincapié en el aparato locomotor y ocular.

Con respecto al aparato locomotor debe prestarse atención a los aplomos, estado de pezuñas, línea de columna, luxaciones articulares, etc. La monta requiere un notable esfuerzo de dicho aparato y en especial de los miembros posteriores y la zona lumbosacra (Rutter, 2006).

Si durante el examen se observa algún signo que oriente hacia alguna patología en algún sistema, debe evaluarse el mismo exhaustivamente (Galloway, 1998).

- 4) Examen particular de aparato reproductor:

Examen externo: Se realiza la inspección y palpación de los genitales externos.

Escroto: Se evalúa asimetrías, adherencias, calor, sensibilidad y lesiones en piel (Galloway, 1998)

Testículos: Según McGowan et al., (1995) la inspección se realiza en conjunto con el escroto, tomando en cuenta el tamaño y forma testicular, mientras que a la palpación se estudia: forma, tamaño, simetría, consistencia y elasticidad, posición y desplazamiento dentro del escroto. Para la evaluación del tamaño testicular se utiliza la medición de la circunferencia escrotal.

Epidídimo: Se efectúa la inspección junto con el escroto; para facilitar la maniobra se eleva el testículo contralateral y se evalúa: presencia de cada una de sus partes, tamaño, forma, ubicación, simetría y consistencia (Rutter, 2006).

Pene y prepucio: Se debe realizar la extracción manual del pene por parte del operador, para su posterior inspección y palpación, observando: tamaño, integridad de la mucosa, presencia de cicatrices, papilomas, frenillo persistente, anillo de pelos, etc (Cuenca et al., 1986).

Mientras que las alteraciones que influyen en la funcionalidad del mismo (desviaciones en "S", arco iris y en espiral) solo podrán ser observadas al momento de la monta cuando el pene esté completamente en erección (Witt, 1989)

En cuanto al prepucio se evalúa piel, temperatura, aumento de tamaño, deformaciones, lesiones cutáneas, secreciones y mucosa en caso de prolapso prepucial; se debe observar el tamaño y la forma del orificio prepucial (Morrow, 1986).

Examen interno: Corresponde a la palpación de las glándulas anexas y anillo inguinal que se realizan mediante la palpación rectal (Gordon, 1999). Dicha maniobra permite la evaluación de tamaño, consistencia, superficie y simetría del cuerpo de la próstata, vesículas seminales y ampolla del conducto deferente. La semiovosculitis según (Hafez, 1996) es la afección más común causando el cuestionamiento de reproductores jóvenes. Se debe apreciar: tamaño, forma, consistencia, lobulación, adherencias, sensibilidad y simetría; tolerando hasta un 10% de diferencias de tamaño entre ambas vesículas.

- 5) **Examen de semen:** Para una mejor predicción de la fertilidad potencial de un toro debemos incluir la evaluación de semen. Se realiza un examen macroscópico y microscópico el cual será detallado más adelante (Barth y Oko, 1989)
- 6) **Examen Funcional:** Se toma en cuenta la libido medida en una escala de 0 a 10 según Chenoweth, (1983) definida como el deseo y vehemencia del macho a montar y probar el servicio de una hembra. Además se evalúa la habilidad de monta, que comprende: preparación, monta, erección, búsqueda, golpe de riñón y desmonta y por último la prueba de capacidad de servicio a corral, la cual evalúa ambas variables (Blockey, 1978).
- 7) **Evaluación sanitaria:** Dependiendo de la información que se disponga de la anamnesis sanitaria del establecimiento o cuando se desconoce el origen de los toros es recomendable completar dicha evaluación descartando enfermedades infecciosas transmisibles (Fernández, 2001).



8) Informe y destino: El informe contiene la clasificación otorgada para dicho reproductor. Esta clasificación es la siguiente:

Potencialmente aptos o Satisfactorio: Corresponden a esta categoría aquellos animales que cumplen con los requisitos mínimos en todos los aspectos del examen andrológico (Mc Gowan et al., 1995)

Otros autores como Spitzer, (2002); Barth, (2007) consideran un toro como apto cuando poseen valores mínimos de circunferencia escrotal, motilidad y morfología espermática. Estos autores recomiendan para animales entre 15 y 21 meses circunferencias escrotales mínimas entre 30 y 32 centímetros con una motilidad mínima recomendada de 30% o regular.

A su vez dichos toros deben estar libres de problemas genéticos, esqueléticos, infecciosos u otros problemas o lesiones que puedan comprometer la fertilidad en condiciones de monta natural.

Según Kastelic, 2007 los toros considerados como satisfactorios o aptos deberían preñar entre 25 y 35 vacas en 70 días.

Cuestionables o Diferido: Son aquellos toros que no pueden ser clasificados como aptos pero pueden mejorar o recuperarse si se les aplica un tratamiento adecuado; es importante señalar que al momento del examen se clasifican como no satisfactorios o no aptos (Barth, 2000). Según este autor se encuentran en dicha categoría toros que a la pubertad poseen una calidad de semen pobre pero se desconoce si a la madurez sexual llegarían a lograr un semen normal, encontrándose además en esta categoría animales maduros con disturbios en la espermatogénesis.

Aplazado o no Apto: Estos animales no pueden ser clasificados como satisfactorios en el momento de la prueba por poseer: una menor circunferencia escrotal, eyaculados con menos de 30% de motilidad o menos de 70% de morfología normal (Spitzer, 2002). Por otro lado Fernández, (2001) considera dentro de esta categoría, aquellos toros que no alcanzan los criterios satisfactorios en uno o más parámetros.

Autores como Barth (2000) y Spitzer (2002) toman en cuenta una cuarta categoría:

Potencialmente insatisfactorios: Son aquellos toros que no logran llegar a los valores mínimos en cualquier categoría y poseen un mal pronóstico. En dicha categoría se encuentran toros con problemas o defectos físicos significativos, afecciones en el aparato reproductivo que sean poco probable su recuperación.

Estos animales poseen pobre fertilidad, si se considera que ésta puede mejorar debe ser incluido en comentarios en la parte inferior del informe elaborado (Barth, 2000). A su vez, Barth (2007) considera que muchos toros cuestionables o insatisfactorios pueden lograr altas tasas de preñez con una baja relación toro-vaca y en temporadas de servicio prolongadas.

4.4.1. Factores que influyen en la libido y habilidad copulatoria:

El toro no sólo debe producir semen para las demandas de apareamiento sino que además, durante el servicio a campo como ocurre en nuestro país, debe identificar la vaca en celo y servirla (Blockey, 1978; Chenoweth, 1983). Este aspecto determina la necesidad de evaluar libido y habilidad copulatoria.

El comportamiento sexual en el toro incluye la detección, cortejo y servicio de hembras en estro. La libido o impulso sexual, ha sido definida como la "disposición y entusiasmo" de un toro de tratar de montar y servir a una hembra. Habilidad de apareamiento describe su habilidad física para completar el servicio (Chenoweth et al., 1983).

- **Factores nutricionales:** Con niveles bajos de proteína, se puede observar menor libido, no afectando la calidad seminal (Topps, 1977). Sin embargo otros autores encontraron relaciones negativas entre impulso sexual y características productivas (ganancia promedio diaria y el peso al final de la prueba de capacidad de servicio (Ologun, 1981 citado por Carpenter et al., 1992).
- **Factores genéticos:** La variación en la libido dentro de una raza y la heredabilidad del carácter (medido por la prueba de capacidad de servicio) son altas: 0.59 (Lunstra, 1984) y 0.67 (Blockey, 1981).
- **Factores hormonales:** Hafez y Hafez (2002) afirma que las características sexuales secundarias y el comportamiento sexual del macho se encuentran controladas por los andrógenos. Dichos andrógenos estimulan fases tardías de la espermatogénesis y prolongan la vida de los espermatozoides epididimarios. Además promueven el crecimiento, desarrollo y actividad secretoria de los órganos sexuales accesorios del macho como próstata, glándulas vesiculares, glándula bulbouretral, conducto deferente y genitales externos (pene y escroto) (Hafez y Hafez, 2002).

El principal componente androgénico en el toro es la testosterona; como se muestra en la Figura 3, ésta es producida por las células intersticiales (Leydig) de los testículos a partir del colesterol, salvo una pequeña cantidad producida por la corteza suprarrenal (Salisbury et al., 1978).

Existe un eje Hipotálamo- Hipófisis- gonadal en el cual la hormona GnRH producida por el Hipotálamo estimula a la adenohipófisis en la secreción de LH; ésta última estimula a las células de Leydig a que produzcan testosterona (Hafez y Hafez, 2002).

Un aumento de testosterona puede producir una retroalimentación negativa sobre el Hipotálamo, disminuyendo la tasa de secreción de GnRH. Según Butler, (1980) (citado por Queirolo et al., 1986) la hormona responsable de dicha retroalimentación no sería la testosterona sino el 17β - estradiol, formado a partir de la aromatización de la testosterona.

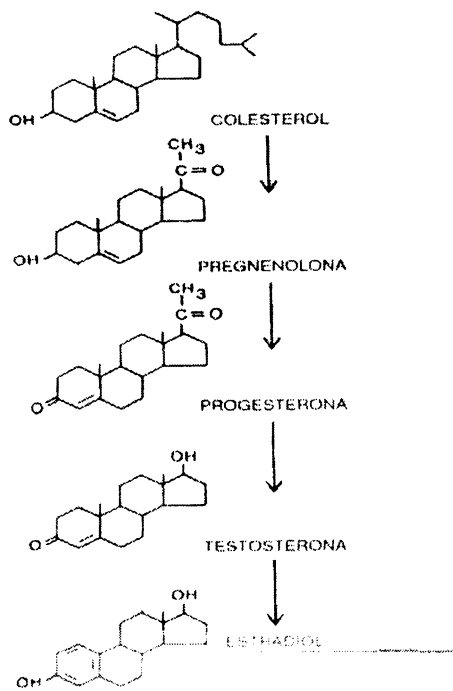


Figura 3. Biosíntesis de testosterona (Hafez y Hafez, 2002).

La testosterona es transportada en la sangre por una globulina alfa denominada globulina de unión a esteroides. Alrededor del 98% de la testosterona circulante está unida o ligada; el resto está libre para entrar en la célula blanco, donde una enzima presente en el citoplasma la convierte en dihidrotestosterona (DHT), la cual puede actuar sobre el receptor nuclear (Cunningham, 2003) como se aprecia en la siguiente figura 4.

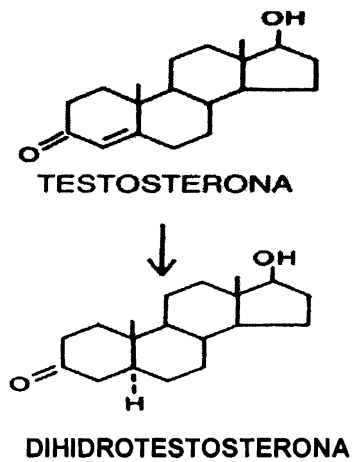


Figura 4. Conversión de testosterona en dihidrotestosterona (biológicamente activa) (Hafez y Hafez, 2002).

Las proteínas transportadoras de andrógeno potencian la acumulación de altas concentraciones de testosterona y dihidrotestosterona dentro de los túbulos seminíferos y en el intersticio de los testículos (Cunningham, 2003).

La producción de andrógeno comienza a aumentar desde niveles muy bajos a los 4 - 5 meses incrementándose a medida que transcurre la edad (Aranguren, 1995), como se observa en el cuadro I.

Entre los 4 y 7 meses de edad disminuye la concentración testicular de un segundo andrógeno (androstenediona) de tal forma que la relación testosterona - androstenediona pasa de 1:1 a 12:1 (Salisbury et al., 1978)

Cuadro I: Concentración de androstenediona y testosterona en toros jóvenes por el método RIA (radioinmunoanálisis).

Edad (meses)	Androstenediona (pg/ml)	Testosterona (ng/ml)
2	363 ± 117	0,17 ± 0,14
4	529 ± 296	0,97 ± 0,89
6	209 ± 104	2,79 ± 1,99
8	127 ± 51	3,48 ± 2,65
10	163 ± 97	2,82 ± 2,10
12	150 ± 105	2,22 ± 1,23

Fuente: Abdel et al., (1979)



En la bibliografía consultada existen trabajos diversos en relación a la concentración de testosterona, algunos de ellos se citan a continuación:

Cuadro II: Concentración sérica y plasmática de testosterona según diversos autores.

Autores	Edad (meses)	Testosterona (ng/ml)	S / GnRH	C / GnRH	Técnica
Sifarz et al., (1977)	9 a 12	7,0 ± 0,1 ¹	*		RIA
Abdel et al., (1979)	12	2,22 ± 1,23 ²	*		"
Henricks et al., (1984)	7 a 12	0,74 - 1,4 ¹	*		"
Post et al., (1987)	17 a 29	3,1 - 10,3 ¹		**	"
Thompson et al., (1992)	24	11,71 ²		**	"
Thompson et al., (1997)	14 a 16	2,67 ± 2,40 ²	*		"
Bagu et al., (2006)	8 a 20	1,1 ²	*		"
Bagu et al., (2006)	28	0,4 ²	*		"

¹ concentraciones plasmáticas ² concentraciones séricas * sin estimulación previa con GnRH ** con estimulación

Otro método utilizado en la determinación de hormonas es la **quimioluminiscencia** la cual se define como un fenómeno en el cual algunas reacciones químicas, la energía liberada no solo se emite en forma de calor o de energía química, sino en forma de luz. Es un sistema que está relacionado con la cuantificación in Vitro de trazas de sustancias no hormonales y hormonales existentes en sangre y otros líquidos corporales (Fortuny, 2002).

El principio de la técnica se basa en la competencia entre la testosterona presente en la muestra y la testosterona marcada con éster de acridinio del reactivo lumínico. Utiliza el agente liberador de testosterona para liberar la fracción unida a proteínas endógenas de la muestra.

Existe una relación inversa entre la cantidad de testosterona presente en la muestra y la cantidad de unidad relativa de luz (RLU) detectada por el sistema.

Indica valores de testosterona en suero en ng/dl (unidad de masa) o nmol/l (unidad del sistema internacional).

Dicha técnica es altamente específica, presentando una reactividad cruzada del 5,4% con 5 α -dihidrotestosterona y niveles menores a 0,1 con otros esteroides como estradiol-17 β , androsterona entre otros (Bayer HealthCare, 2000).

Es similar a la técnica RIA (radioinmunoanálisis), no utilizándose isótopos radioactivos por lo que su determinación es más rápida (15-30 minutos) y menos costosa (Fortuny, 2002). Se cuantifica en las mismas unidades ng/ml.

El coeficiente de correlación entre la prueba de quimioluminiscencia y RIA es de r: 0.99 (Bayer HealthCare, 2000).

4.5. Circunferencia escrotal (CE):

Su medición estima en forma indirecta el tamaño testicular y la cantidad de espermatozoides producidos por día por ambos testículos (Amann y Schanbacher 1983). Por otro lado se define la eficiencia de producción de semen como el número de espermatozoides producidos por día por gramo de tejido testicular (Amann y Schanbacher, 1983).

Se trata de una medición objetiva, práctica y fácil de obtener, no reemplaza la palpación de los testículos y epidídimos (Billeno, 2002). Tiene una alta repetibilidad entre observaciones de 0,70 a 0,98.

Según Chacón et al., (1999) al seleccionar animales con mayor CE se incrementaría la eficiencia reproductiva.

Mientras que en toros jóvenes el tamaño testicular y la CE tienen una alta correlación entre 0,89 y 0,95, ésta correlación decrece con la edad debido al reemplazo del parénquima testicular por tejido fibroso. Arteaga et al., (2001) observaron un crecimiento de CE de 1,35 cm. /mes (0,03-0,06 cm. /día) variando según la raza y los distintos individuos.

Presenta una alta correlación con:

- Volumen y peso testicular
- Producción espermática diaria (10 a 18 millones de espermatozoides por gramo de testículo)
- Concentración espermática en cada eyaculado
- Edad a la pubertad en hembras hijas y hermanas del reproductor
- Alta heredabilidad del carácter(0,67)

Todo ello determina que sea un factor de elevada importancia al momento de evaluar el potencial de fertilidad de un toro, influenciando así en su selección (Calistro et al.1999).

La CE medida a los 205 días de vida tiene una buena correlación con futuras mediciones: a los 12, 18 y 24 meses. Toros con escaso desarrollo testicular al año no logran una adecuada CE a los 24 meses (Casaro, 1997). A su vez CE menores a 30 cm a los dos años de edad determinan que no sean seleccionados dichos reproductores (Billeno, 2002).

CE bajas según Ott (1986) se asocian a:

- Madurez sexual más tardía
- Degeneración testicular
- Hipoplasia testicular
- Enfermedades sistémicas
- Traumatismos
- Déficit nutricional
- Mayor porcentaje de anomalías espermáticas
- Menor vida útil del reproductor
- Menor potencial reproductivo transmitido a futuras generaciones

4.5.1 CE y pubertad:

En diferentes razas carniceras se encontró que la pubertad está relacionada con la CE. La correlación entre CE y edad a la pubertad fue de $-0,65$; por lo que a mayor CE la pubertad se adelanta (Geymonat, 1985).

La CE adquiere gran importancia como predictor de la pubertad en toros, independientemente de la raza, peso y edad (Geymonat, 1985; Barth, 2007; Kastelic, 2007). La CE al inicio de la pubertad según Barth (2007), varió entre 25,9 y 30,1 cm.

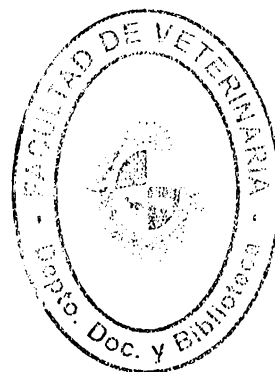
4.5.2. CE y peso testicular:

El peso testicular no puede medirse directamente en el animal vivo, por esto la CE es usada como un parámetro certero, repetible y reproducible debido a que su correlación con el peso testicular es positiva y significativa ($r: 0,95$) a partir de materiales obtenidos en frigoríficos (Coulter, 1982).

4.5.3. CE y producción de espermatozoides:

El peso testicular es un importante parámetro que estima la cantidad de parénquima productor de espermatozoides. Las correlaciones entre CE y producción espermática según Coulter 1979 (citado por Geymonat, 1984) son de $r: 0,32$; a su vez Willett et al., (1957) encontraron correlaciones de 0,92 a partir de muestras obtenidas en forma semanal y de 0,43 en animales en rutina de servicio.

Ruttle et al., (1982) describieron correlaciones entre CE, concentración y volumen espermático.



Al escoger animales con una circunferencia escrotal mayor, indirectamente se hace selección por producción de espermatozoides Coulter, 1979 (citado por Geymonat 1984).

4.5.4 Edad y CE:

La primera selección de los toros se realiza generalmente al destete (aprox. a los 7 a 10 meses de edad). El desarrollo testicular es el principal criterio para la selección de toros desde el punto de vista reproductivo (Kastelic, 2007), no ocurriendo esto en nuestro país; como se mencionó anteriormente el principal criterio seguido por los productores se basa fundamentalmente en el origen de los animales, realizando solo un 18% de los predios una evaluación clínica reproductiva (Gil, 2005).

La CE medida a los 205 días de vida tiene una buena correlación con futuras mediciones a los 12, 18 y 24 meses de edad. Toros que tengan un escaso desarrollo testicular al año no logran una adecuada CE a los 24 meses, por lo que CE mayores a 23 cm a los 205 días de vida superarán los 30 cm al año de edad (Casaro, 1997; Kastelic, 2007).

4.5.5 Raza y CE:

La CE se incrementa de 2 a 4 cm entre 1-2 años de edad en la mayoría de las razas carniceras (Chenoweth, 1979).

La circunferencia escrotal tiene correlación genética favorable con el crecimiento corporal ($r: 0,43$) (Morrow, 1986).

Algunos autores encontraron correlaciones negativas entre CE y ganancia diaria (Coulter, 1982; Morrow, 1986); mientras que King, et al., (1983) encontraron valores de 0,35.

Casaro, (1997) encontró correlaciones bajas con peso al nacimiento, por lo que se podrá seleccionar toros con gran CE sin incrementar el peso al nacer y por consiguiente sin aumentar los problemas al parto por distocias.

En el siguiente cuadro se observa que las razas Brahman y Angus presentan mayores circunferencias escrotales que las razas Hereford y Senepol para la misma edad.

Cuadro III: Efecto de la raza sobre la CE (cm) en toros de 2 años de vida

RAZA	CE (cm) ± SD	Mínimos	Máximos
Brahman	35,6 ± 3,2	30	42
Angus	35,5 ± 2,2	31	41
Hereford	34,7 ± 1,8	31	38
Senepol	34,6 ± 2,3	31	38

Fuente: Larsen et al., (1990)

4.5.6 CE y Comportamiento Sexual y Social:

Según Chenoweth (1979) los parámetros CE, libido y habilidad para el servicio no se encuentran correlacionados.

Un toro con alta libido puede tener CE pequeña y viceversa, por lo tanto ambos factores deben evaluarse por separado (Foote, 1977).

4.5.7 CE y Fertilidad:

El mayor beneficio de utilizar toros con una CE por encima del promedio es la transmisión de fertilidad a sus hijas. Las hijas de toros con una CE por encima del promedio de su edad y raza, alcanzan la pubertad más temprano, ciclando de forma más regular por lo que tendrán una mayor productividad (Patterson, 2005).

4.5.8 CE y Testosterona:

Estudios realizados en carneros Corriedale encontraron modelos estacionales claros de testosterona, con niveles más bajos en invierno y primavera y más alto en otoño (20 nmol/l equivalente a 0,57 ng/ml) cuando la circunferencia escrotal era más grande. Además determinaron que existe una correlación importante entre circunferencia escrotal y concentración de testosterona (0,29) (Pérez Clariget, 1998).

En toros Lunstra et al., (1978) no encuentran correlaciones significativas entre CE y testosterona. Santos et al., (2004) concluyeron que existen correlaciones bajas entre testosterona y circunferencia escrotal (- 0,28).

Coulter (1977), Aranguren (1995) sugieren que pudiera existir una asociación de dependencia entre tamaño y crecimiento testicular con la producción de andrógenos; sin embargo esta hipótesis no está suficientemente estudiada; esto coincide con lo reportado por Tierney et al., (1982).

Debido a la existencia de contradicciones y a la falta de bibliografía reportada se planteó como primer objetivo estudiar si existe o no relación entre ambas características.

4.5.9 CE y Estación

Se encontraron una disminución de la CE desde primavera a verano los cuales fueron atribuidos a la temperatura existente en los túbulos seminíferos. Es importante tener en cuenta determinados factores ambientales, por sus eventuales efectos en las medidas testiculares (Geymonat, 1984).

4.5.10. CE y nutrición:

Toros de la raza Aberdeen Angus entre 11 y 19 meses alimentados con pasturas naturales, generaron variaciones en la curva de crecimiento de circunferencia escrotal (Vera, 2003). Por el contrario, dietas altas en energía generan deposición de grasa a nivel escrotal afectando la termorregulación provocando menor calidad y cantidad de espermatozoides producidos (Mapletoft, 1998).

4.6.Calidad seminal:

Determinar si un toro tiene buena calidad seminal es tan importante como su tamaño testicular y su libido. Por lo que para realizar una correcta valoración del potencial reproductivo no basta con efectuar un examen clínico general, con examen externo e interno de los órganos genitales, sino que también incluir el estudio de la calidad seminal (Haedo, 1986).

Según Barth (2007) en toros jóvenes la calidad seminal aumenta considerablemente después de los 4 meses de edad, luego de haber alcanzado la pubertad. Además encontró que un 33% de los toros de carne produce semen de calidad satisfactoria a los 12 meses de vida.

A su vez, a los 14 meses, un 60% de los toros producen semen de buena calidad, alcanzando a los 16 meses de edad un 90 % de semen normal (Barth, 2007).

Los dos factores más importantes a tener en cuenta en un análisis de semen son: la proporción de espermatozoides móviles (motilidad espermática) y la morfología de los mismos (Kastelic, 2007).

Varios autores Arteaga (2001); Barth (2007) consideran un semen satisfactorio si posee un mínimo de 70% de espermatozoides normales morfológicamente y un porcentaje de motilidad de 60%. Es importante señalar que ningún toro debería ser rechazado sobre la base de un eyaculado único (Mickelson et al., 1992).

4.6.1. Diversas metodologías aplicadas en la colecta de semen :

El semen puede ser colectado por vagina artificial, electroeyaculación o por medio del masaje rectal.

4.6.1.1. Vagina artificial:

Es el método más utilizado mundialmente y en centros de inseminación artificial:

Ventajas: (Hafez y Hafez, 2002):

- Método natural y fisiológico
- Requiere la voluntad del animal para montar
- Volumen y concentración seminal óptimo

Desventajas: (Olivares et al., 1985):

- Entrenamiento de los toros
- No es recomendada para animales de campo
- Necesidad de una hembra(en celo o no) o un maniquí

4.6.1.2 Electroeyaculación:

Se basa en la estimulación de los nervios pélvicos con impulsos de bajo voltaje, aumentando progresivamente la intensidad (2 a 3 segundos seguido por descanso de 0,5-1 segundo), de ésta estimulación se obtiene la erección peneana y la eyaculación. Este método produce un mayor volumen seminal con igual cantidad de espermatozoides en comparación con la vagina artificial (Baracaldo et al., 2007).

Debido al impacto provocado en los animales, causando fuertes reducciones del músculo esquelético y con intención de preservar el bienestar animal; desde el año 1991 hasta 1995 prohibida la importación de semen obtenido mediante electroeyaculación en algunos países europeos (Mosure, 1998).

Ventajas: (McDonald, 1991; Hafez y Hafez, 2002)

- No se requiere la voluntad ni entrenamiento previo por parte del toro
- Utilizado en la evaluación reproductiva en animales a campo debido a que posibilita regular el tiempo de obtención de semen
- Se obtiene semen de toros imposibilitados para la monta
- Realizada correctamente, el semen puede ser de buena calidad

Desventajas: (Hafez y Hafez, 2002)

- Operario con experiencia y equipo especial
- Si la estimulación es exagerada puede provocar dolor
- Peligroso en animales de baja libido
- No se observan ninguno de los elementos de la monta
- Si no se realiza de forma correcta el semen puede contaminarse

4.6.1.3 Masaje rectal:

Millar y Evans (1934) citado por Salisbury et al., (1978) describieron la recogida de semen mediante la presión sobre las vesículas seminales y las ampollas mediante la inserción de la mano 18-25 cm. en el interior del recto.

Se debe remover completamente las heces del recto, aplicando masaje de forma longitudinal repetitivo hacia delante y atrás principalmente sobre las ampollas, deferentes, de forma que el semen fluya hacia la uretra pélvica. Dicho masaje debe ser realizado de forma sincrónica a las pulsaciones del músculo uretral, al mismo tiempo se deberá recoger todo el fluido turbio que gotee desde pene o prepucio (Baracaldo et al., 2007). Se debe tener en cuenta que la muestra es una emisión no un eyaculado propiamente dicho (Mosure, 1998).

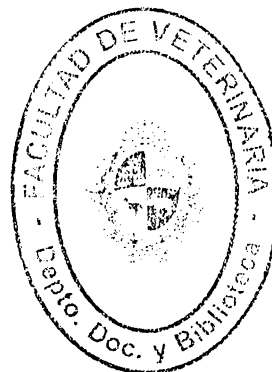
Esta técnica para su realización necesita 2 personas, una para efectuar el masaje rectal otra para colectar semen. Los toros son mantenidos en bretes durante la realización de dicha técnica (Baracaldo et al., 2007).

Ventajas (Salisbury et al., 1978)

- No se requiere un equipo costoso
- La utilización de esta técnica evita dolor a diferencia de otras técnicas como la electroeyaculación.
- Útil para la obtención de semen de toros imposibilitados para la monta

Desventajas: (McDonald, 1991)

- Operador con gran destreza en la palpación por vía rectal
- La libido, la capacidad de servicio, la función eréctil del pene y la capacidad de eyaculación no son evaluados por dicha técnica
- Puede contaminarse la muestra seminal con células epiteliales, bacterias o impurezas a causa del posible goteo desde el prepucio o pelos prepuciales
- El semen obtenido es de una emisión y no de una eyaculación
- El volumen y concentración de semen obtenido son variables



4.7. Estructura y morfología normal del espermatozoide:

Como se observa en la figura 5 el espermatozoide está compuesto por:

Cabeza: Posee un núcleo oval que contiene cromatina muy compacta, esta consiste en ADN y una clase especial de proteínas básicas llamadas protaminas espermáticas. La naturaleza haploide de las células espermáticas se debe a divisiones celulares meióticas que ocurren durante su formación (Hafez y Hafez, 2002).

Acrosoma: Se localiza en el extremo anterior del núcleo espermático; es importante porque junto al segmento anterior de la región pos-acrosómica se fusiona inicialmente con la membrana del ovocito durante la fecundación (Hafez y Hafez 2002). Se define como lisosoma o vesícula de doble pared que se sitúa a modo de capucha en el extremo anterior de la cabeza (Yanagimachi, 1994).

Cola: Formada por cuello y los segmentos medio, principal y caudal. El segmento medio junto con toda la longitud de la cola comprende el axonema, compuesto de 9 pares de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de 2 filamentos centrales. Esta porción es la que le brinda motilidad al espermatozoide (Hafez y Hafez 2002).

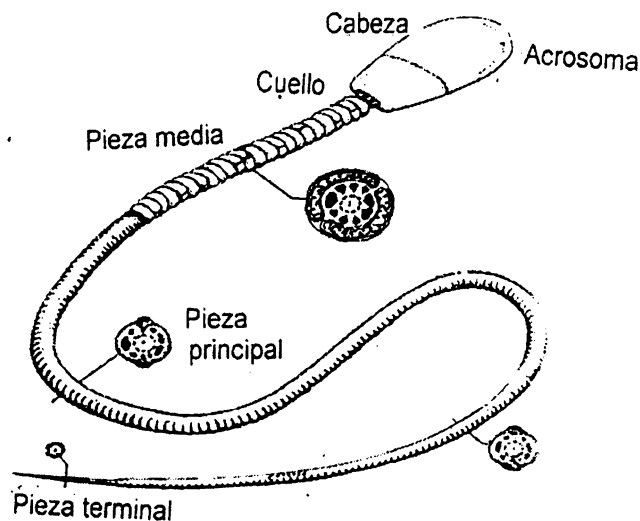


Figura 5. Morfología del espermatozoide (Youngquist, 2007)

4.7.1. Anormalidades del espermatozoide:

Bloom (1977) citado por Salisbury et al., (1978) clasifica las anormalidades espermáticas en: *mayores* (relacionadas a infertilidad) y *menores*.

Por su parte Bane (1982), basado en Lagerlöf (1934) clasifica los defectos espermáticos en *específicos* e *inespecíficos*.

A su vez Saacke (1988) citado por Youngquist et al., (2007) clasifican las anormalidades en: *compensables* (espermatozoides que son incapaces de alcanzar el oviducto o de participar en el proceso de fertilización, éstos tendrían poco efecto sobre la fertilidad si se insemina con un número suficiente de espermatozoides aptos) y *no compensables* (el espermatozoides está perfectamente capacitado para llegar al ovocito pero es incapaz de continuar con el proceso de fertilización).

Barth y Oko (1989) clasifican las anormalidades espermáticas de bovinos en:

- *defectos de cabeza*
- *defectos de cola*
- *defectos de pieza principal*
- *defectos asociados con la cola*

Hafez y Hafez (2002) realizan una clasificación de anormalidades espermáticas en:

- *sin cola*
- *cabezas anormales*
- *formación anormal de la cola*
- *formación anormal de la cola con inclusión citoplasmática proximal*
- *formación anormal de la cola con inclusión citoplasmática distal*

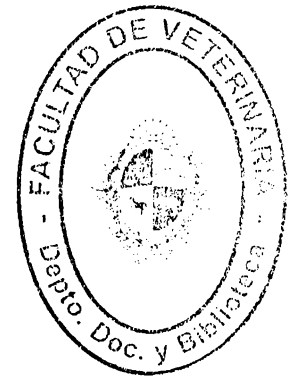
Para nuestro estudio nos basamos en una clasificación utilizada en el Laboratorio de semen de la cátedra de Teriogenología (Facultad de Veterinaria):

- *defectos de acrosoma*: se desarrollan durante la espermatogénesis debido a disturbios en la termorregulación y son asociadas con infertilidad (Barth y Oko, 1989).
- *defectos de cabeza*: pueden reflejar disturbios a nivel del epitelio seminífero u ocurrir como consecuencia de degeneración testicular (Barth y Oko, 1989). Dentro de ellos encontramos: cabezas chicas, grandes, dobles, estrechas, retorcidas, separadas o sueltas (Repartido Cátedra de Teriogenología).

- defectos de pieza media: la reflexión distal se produce como consecuencia de bajos niveles de testosterona en sangre; además se encuentran teratoides que son espermatozoides no desarrollados debido a degeneración o fibrosis de los túbulos seminíferos (Barth y Oko, 1989). Además podemos encontrar: pieza intermedia doble, suelta, con gota citoplasmática proximal o distal y engrosamiento de la pieza intermedia.

Las gotas citoplasmáticas proximales son consideradas normales en la cabeza del epidídimo, estando altamente relacionadas con afecciones testiculares (Haedo, 1986). En cuanto a la presencia de gotas citoplasmáticas distales en el eyaculado, estarían indicando un uso excesivo del reproductor o disfunciones epididimarias (Haedo, 1986).

- defectos de cola: Dentro de ellos se incluyen: colas rudimentarias, enrolladas alrededor de la cabeza o cola, quebrada y gota citoplasmática en cola (Repartido Cátedra de Teriogenología). Defectos en esta porción estarían indicando alteraciones en el epidídimo (Haedo, 1986).
- gotas citoplasmáticas proximales: indican alteración de la función testículo - epididimaria (Barth y Oko, 1989). Toros que están atravesando la pubertad tienen grandes cantidades de anomalías espermáticas, incluyendo gotas proximales (Barth, 2007).



5. UTILIZACIÓN DE TOROS JÓVENES EN SERVICIO A CAMPO O CENTROS DE INSEMINACIÓN:

Con la necesidad de acortar el intervalo generacional, disminuir los costos de producción y aumentar el mérito genético, se está ejerciendo presión en seleccionar toros cada vez más jóvenes (Barth, 2007).

A su vez Bavera (2005) observó que empleando toros jóvenes se logra una mayor fertilidad del rodeo. Según el mismo autor, los toros podrían emplearse como reproductores desde los 14 a 15 meses, desgastándose muy rápidamente si son utilizados a campo; se recomienda un servicio ocasional.

A partir de los 18 meses se los puede emplear en vaquillonas o vacas chicas, ya que debido a su tamaño tienen dificultades para el servicio (Bavera, 2005).

En Uruguay generalmente comienzan a ser evaluados desde el punto de vista reproductivo entre los 22 y 30 meses de edad, sin ser considerados previamente (Cuenca, 1986).

Barth (2007) encontró que el 33% de los toros de carne producen semen de calidad satisfactoria al año de edad, un 60% a los 14 meses y casi todos los toros habrán madurado a los 16 meses de edad, produciendo alrededor de un 90% de semen normal. Dicho autor recomienda utilizar toros de sobreaño con circunferencias escrotales por encima del promedio, que tengan buena calidad seminal, buena libido y habilidad copulatoria.

6. OBJETIVOS:

- Determinar si existe relación entre circunferencia escrotal y concentraciones séricas de testosterona en toros de 14 a 21 meses.
- Comprobar si toros menores a dos años pueden ser utilizados como reproductores en nuestro país.

7. MATERIALES Y MÉTODOS:

Localización y duración:

El presente trabajo se realizó entre los meses de abril y noviembre de 2007 en el Establecimiento Las Rosas Sociedad Colectiva ubicado en ruta 6, km 143.300 del departamento de Florida, Uruguay. Los animales fueron mantenidos durante todo el ensayo en pasturas a base de campo natural, siendo el suelo predominante basamento cristalino (MGAP, 1969).

Animales:

Se utilizaron 30 toros vírgenes con edades de 14 (en el mes de abril) y 21 meses (mes de noviembre) seleccionados al azar a partir de una población de 100 toros de la raza Hereford, con pesos de 310 ± 30 Kg. en promedio y condición corporal 3.6/ 8 al inicio del ensayo.

Se les realizó un examen andrológico completo (Mc Gowan et al., 1995) en las tres visitas realizadas, para descartar toros con algún tipo de problemas.

7.1 Estudio del primer objetivo:

Medición de la circunferencia escrotal (CE):

Se realizó según la técnica de Coulter (1982), con previo descenso de los testículos en el escroto a la altura del diámetro mayor con cintas plásticas graduadas en milímetros (Reliabull®).

Dicha medida fue evaluada a los 14, 18 y 21 meses de edad.

Muestreo de sangre:

Para la posterior determinación de los niveles séricos de testosterona, se procedió a la extracción de sangre de la totalidad de los animales por venopunción de la vena coccígea a los 14, 18 y 21 meses.

Dicha muestra de sangre fue colocada en tubos de vidrio de 30 ml previamente identificados, manteniendo los mismos a 4° C; se separó el suero y fueron centrifugados a 1500 rpm durante 10 minutos aproximadamente.

Los niveles basales de testosterona sérica se determinaron mediante la técnica de quimioluminiscencia en un equipo ACS 180 de marca Bayer, con reactivos, controles y calibradores de la misma marca. Se realizó dicha estimación en el sector Hormonas de la Repartición Bioquímica (Hospital de Clínicas).

La prueba posee una alta especificidad para testosterona y una sensibilidad que permite medir la concentración de testosterona de hasta 1500 ng/dl (52,0 nmol/l) con una concentración mínima detectable de 10 ng/dl (0,35 nmol/l) (Bayer HealthCare, 2000).

Las unidades utilizadas para la cuantificación de testosterona sérica fueron en ng/dl o nmol/l (ver Anexo II). Para realizar la comparación con los valores reportados en la bibliografía se efectuó la conversión a ng/ml.

7.2 Estudio del segundo objetivo:

Determinación de la **condición corporal (CC)** de los animales, para cada una de las edades, utilizando la escala de 1 a 8 (Earle, 1976). Esta determinación fue realizada por la misma persona en todo el experimento.

Colecta y examen de semen:

Se obtuvo semen mediante la técnica de masaje rectal descrita por Millar y Evans en 1934 citado por Salisbury (1978) a los 14, 18 y 21 meses. Se consideró una muestra seminal cuando se obtuvo luego de 4 minutos un fluido seminal de aspecto nuboso o lechoso de 1 ml como mínimo (Palmer, 2005).

Se utilizó una dilución 1:200 para luego realizar el examen macroscópico y microscópico del semen evaluando motilidad masa, motilidad individual, concentración espermática y % de espermatozoides anormales

Motilidad de masa y motilidad individual:

La motilidad de masa se determinó colocando una gota de semen fresco sobre un portaobjetos seco y entibiado a 37 °C. Fue observado a 100 X, siendo el microscopio utilizado de la marca NIKON. Se evaluó siguiendo el criterio del laboratorio de semen de la cátedra de Teriogenología (escala de 0 a +++).

Para motilidad individual se colocó una gota de semen diluida con suero fisiológico a 37° C cubriéndose el preparado por un cubreobjetos evaluándose el porcentaje de movimiento rectilíneo uniforme a 200X. Se toma como normal un movimiento progresivo rectilíneo uniforme caudocefálico (escala de < 20 a 100%).

Concentración espermática:

Para su determinación se utilizó el hemocitómetro o cámara de Neubauer. La dilución utilizada fue de 1/200 obteniendo el número total de espermatozoides eyaculados por por mm³. Se contaron las cabezas de espermatozoides que se encontraron en 5 cuadrados mayores medidos en diagonal, se aplicó la fórmula C: N x 10000 (dilución 1/200).

Porcentaje de espermatozoides anormales:

Se determinó en un total de 200 espermatozoides observados con objetivo de inmersión (1000 X). Utilizamos la clasificación de la cátedra de Teriogenología mencionada anteriormente.

Es aceptado en toros un porcentaje de anormalidades totales de 15 a 20 %: de 3-18% anormalidades de cabeza, 0-2% anormalidades de piezas medias, 0-7% de anormalidades de cola y de 0-5% de gotas proximales (comunicación personal Dr. Daniel Elhordoy).

Los parámetros de aptitud considerados en este estudio fueron:

- CE mínimas de 31 cm (según lo reportado por Larsen et al., 1990).
- Niveles de testosterona séricos para animales entre 14 y 16 meses de 2,67 ng/ml (Thompson et al., 1997).
- CC mínima de 3,6/8. Según Rovira (1996) los toros al comenzar el entore deben poseer una condición corporal no menor de 5 ni mayor de 6 (escala 1 a 8) considerando animales de 2 y 3 años.
- En semen se consideró concentraciones espermáticas $\geq 400 \times 10^6$ esp./ml, una motilidad individual $\geq 60\%$ y hasta 30% de anormalidades espermáticas (Arteaga, et al., 2001).

Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS (Statiscal System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA; versión 9.1.3).

La unidad experimental fue cada toro y la asignación de los mismos fue completamente al azar a partir de una población de 100 animales, quedando 30 toros para el análisis de variables.

Para el estudio del primer objetivo (correlación entre concentración sérica de testosterona y CE) se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman.

Para el segundo objetivo se usó un modelo general lineal, analizando variables como: condición corporal, concentración y anormalidades espermáticas.

Las medias se compararon usando el test de mínima diferencia significativa, y la diferencia fue declarada con una probabilidad < 0.05 . Los resultados se presentan como *medias \pm error estándar de la media*.

Para variables como: condición corporal, motilidad individual, concentración espermática, anormalidades totales, anormalidades de cabeza, pieza media y cola, se utilizó la correlación de Pearson.

8. RESULTADOS

En el cuadro IV se puede observar mayor circunferencia escrotal en animales de 14 meses (promedio: 31,2 cm \pm 2,0), disminuyendo a los 18 meses (27,5 cm \pm 2,0) para luego alcanzar los 28,3 centímetros a los 21 meses de edad. Para dicho parámetro se encontró diferencias significativas a los 14 meses de edad ($p < 0.05$).

La condición corporal disminuyó a los 18 meses de edad (2,5/8), registrándose el máximo valor a los 21 meses (4,5/8). Para dicha variable debido a que es de carácter ordinal fue utilizada la moda.

La concentración de testosterona disminuyó a los 18 meses (0,2 ng/ml \pm 0,16), en este mes se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para luego quedar prácticamente igual que al inicio.

Se observó a los 18 meses de edad una disminución de la motilidad (30,7 \pm 15,8), siendo el valor más bajo obtenido.

Con respecto a anormalidades totales fueron de 19,9% \pm 10,7 a los 14 meses (inicio del experimento), a los 18 meses fue de 6,6% \pm 7,9 y de 11,6% \pm 5,0 a los 21 meses sin encontrar diferencias significativas entre las distintas edades ($p > 0.05$).

Las anormalidades de cabeza representaron a los 14 meses un valor de 12% \pm 8,9, siendo el valor máximo encontrado. Con respecto a las anormalidades de pieza media y cola, las mismas representaron menores porcentajes en relación a las anormalidades de cabeza.

En cuanto a concentración espermática los valores mayores fueron registrados a los 18 meses de edad (370 miles \times mm³ \pm 261) no encontrando diferencias significativas para ninguna edad estudiada ($p > 0.05$).

Cuadro IV: Parámetros obtenidos durante el experimento según los meses (Florida, 2007).

Los resultados se presentan como la media \pm Desvío estándar.

	14 meses	18 meses	21 meses
CE (cm) ¹	31,2 \pm 2,0	27,5 \pm 2,0	28,3 \pm 1,7
CC ²	4	2,5	4,5
T (ng/ml) ³	0,9 \pm 0,53	0,2 \pm 0,16	1,1 \pm 0,7
Mot. Individual	51,4 \pm 18,3	30,7 \pm 15,8	42,1 \pm 26,4
Anormalidades	19,9 \pm 10,7	6,6 \pm 7,9	9,6 \pm 5,0
% Cabezas	12 \pm 8,9	4,1 \pm 4,3	5,8 \pm 2,1
% Pieza media	3,4 \pm 1,5	0,4 \pm 0,6	2,5 \pm 1,8
% Colas	4,6 \pm 4,6	2,2 \pm 3,8	3,6 \pm 2,6
Conc. (miles \times mm ³) ⁴	334 \pm 75	370 \pm 261	332 \pm 126

¹ circunferencia escrotal ² condición corporal ³ testosterona
⁴ concentración espermática

En el cuadro siguiente se observan circunferencias escrotales y niveles séricos de testosterona para las distintas edades. Se aprecian mayores niveles de testosterona a los 14 y 21 meses de edad en relación a los 18 meses no encontrando diferencias significativas ($p > 0.05$).

A los 18 meses de edad no se observaron circunferencias escrotales mayores a 32 cm, mientras que a los 21 meses la mayoría de los toros presentaron CE por debajo de los 30 cm.

Cuadro V: Circunferencias escrotales y concentración sérica de testosterona en animales de 14, 18 y 21 meses de edad (Florida, 2007).

14 meses		
	$28,1 \pm 1,5$	$1,2 \pm 0,3$
	$30,6 \pm 0,8$	$1,2 \pm 0,6$
	$33,8 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,6$
18 meses		
	$26,7 \pm 1,5$	$0,2 \pm 0,16$
	$30,2 \pm 0,3$	$0,19 \pm 0,2$
21 meses		
	$26,7 \pm 2,1$	$1,1 \pm 0,8$
	$33,5 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$

Los resultados se presentan como la media \pm Desvío estándar.

En la figura 6 se detallan los niveles séricos testosterona en promedio para cada edad (14,18 y 21 meses) en toros Hereford. Se observó mayores concentraciones de testosterona a los 21 meses de edad y los valores más bajos encontrados sucedieron a los 18 meses.

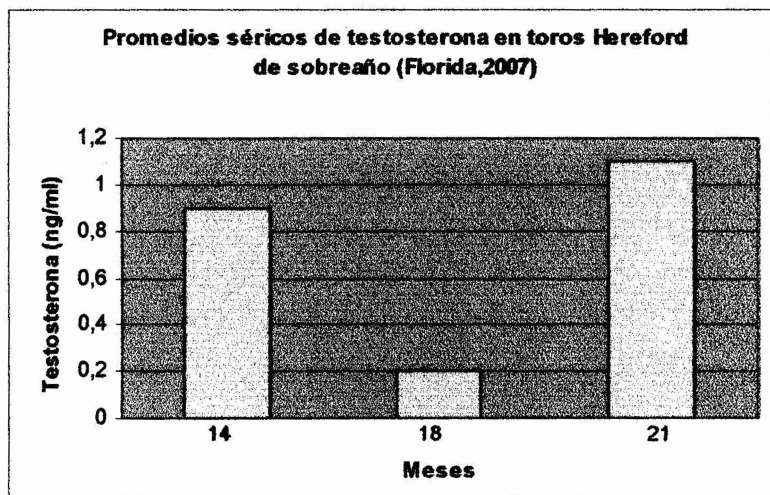


Figura 6: Concentración sérica de testosterona en toros de sobreaño (Florida, 2007).

En el cuadro VI observamos correlaciones de Spearman entre circunferencia escrotal y concentración sérica de testosterona observando diferencias significativas ($p < 0.05$) solamente a los 14 meses de edad, no se encontraron diferencias significativas a los 18 y 21 meses.

Cuadro VI: Correlación de Spearman entre circunferencia escrotal y testosterona (el valor de la tabla indica el coeficiente de correlación y los asteriscos la $p > F$) (Florida, 2007).

Parámetros	14 meses	18 meses	21 meses
	Testosterona	Testosterona	Testosterona
CE ¹	0,0293 *	0,1234 *	0,35 *
N	30	30	30

^{NS} diferencias no significativas ($p > 0.05$) ¹ circunferencia escrotal
* diferencias significativas ($p < 0.05$)

En el cuadro VII se muestran las correlaciones de Pearson para poder comprobar la existencia de asociación entre los distintos parámetros reproductivos, la N fue de 30 animales.

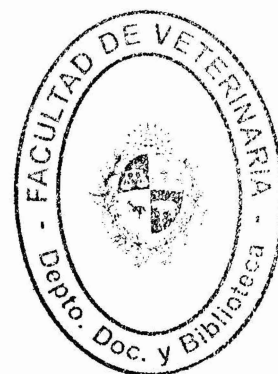
Se encontró la existencia de correlaciones negativas y significativas ($p < 0.05$) entre condición corporal y circunferencia escrotal, motilidad de masa, concentración espermática y porcentaje de anomalías de cabeza.

También se observó correlaciones significativas entre concentración sérica de testosterona y motilidad de masa y entre testosterona y concentración espermática.

Cuadro VII: Correlaciones de Pearson entre diferentes parámetros reproductivos medidos en toros de sobreaño (el valor de la tabla indica el coeficiente de correlación y los asteriscos la $p > F$) (Florida, 2007).

	CC ¹	CE ²	T ³	MotInd ⁴	% AT ⁵	% C ⁶	% PM ⁷	% Cola ⁸	Conc. ⁹
CC		-0,1 *	0,7 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,1 ^{NS}	-0,1 *	0,5 ^{NS}	0,3 ^{NS}	-0,2 *
CE	-0,1 *		0	0,1 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0	0	0
T	0,7 ^{NS}	0		0	0,1 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,1 ^{NS}	-0,3 *

¹ condición corporal ² circunferencia escrotal ³ testosterona ⁴ motilidad individual
⁵ anomalías totales ⁶ % de anomalías de cabeza ⁷ % de anomalías de pieza media
⁸ % de anomalías de cola ⁹ concentración espermática ^{NS} diferencias no significativas ($p > 0.05$)
* diferencias significativas ($p < 0.05$)



En el siguiente cuadro se observó que a los 14 meses de edad, 4 animales (29 % del total) presentaron circunferencias escrotales menores a 30 cm. A su vez 6 animales (49% del total) tenían circunferencias entre 30 y 32 cm. Por último un 29% (4 animales) tenían circunferencias escrotales (CE) mayores a 32 cm con condiciones corporales entre 3,5 y 3,9 /8. Fue utilizada una muestra de 24 animales debido a que no en todos los animales se obtuvo semen.

Los animales con mayores circunferencias escrotales presentaron menores porcentajes de anomalías totales y menor concentración espermática. No se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) debido al pequeño tamaño de la muestra en cada uno de los grupos.

Cuadro VIII: Parámetros obtenidos según la circunferencia escrotal en toros de 14 meses de edad (Florida, 2007).

Los resultados se presentan como la media \pm Desvío estándar.

< 30 cm.		30-32 cm.		> 32 cm.	
CC ¹	3,5 \pm 0,2	CC	3,5 \pm 0,4	CC	3,9 \pm 0,25
T ²	1,1 \pm 0,4	T	1,1 \pm 0,6	T	1,1 \pm 0,6
MI ³	50 \pm 0,5	MI	55 \pm 0,4	MI	47,5 \pm 9,6
AT ⁴	22,3 \pm 1,2	AT	21,8 \pm 13,5	AT	14,5 \pm 6,3
%C ⁵	15 \pm 9,1	%C	12,5 \pm 10,9	%C	8,2 \pm 5,1
%PM ⁶	4,1 \pm 0,4	%PM	3,7 \pm 0,9	%PM	2,4 \pm 1,2
%COLA	3,5 \pm 0,02	%COLA	5,6 \pm 6,4	%COLA	3,3 \pm 1,6
Conc. ⁷	315 \pm 17	Conc.	395 \pm 26	Conc.	263 \pm 67
N	4	N	6	N	4

¹ condición corporal ² testosterona (ng/ml) ³ motilidad individual ⁴ anomalías totales

⁵ % de anomalías de cabeza ⁶ % de anomalías de pieza media

⁷ concentración espermática (espermatozoides/mm³)

En el cuadro IX se observa que 13 animales de 18 meses de edad (aprox. un 80% del total de animales) presentaron circunferencias escrotales menores a 30 centímetros. El resto corresponde a animales entre 30 y 32 centímetros de circunferencia. Estos valores coinciden con los 18 meses de edad, con condiciones corporales entre 2,3 y 2,7/8. Fue utilizada una muestra de 16 animales debido a lo anteriormente mencionado.

Cuadro IX: Parámetros obtenidos según la circunferencia escrotal en toros de 18 meses de edad (Florida, 2007).

Los resultados se presentan como la media \pm Desvío estándar.

< 30 cm.		30-32 cm.	
CC ¹	2,3 \pm 0,4	CC	2,7 \pm 0,3
T ²	0,21 \pm 0,2	T	0,05 \pm 0,1
MI ³	30 \pm 14,8	MI	33,3 \pm 23,1
AT ⁴	7,3 \pm 8,7	AT	4 \pm 3,8
%C ⁵	4,4 \pm 4,6	%C	3,2 \pm 3
%PM ⁶	0,4 \pm 0,6	%PM	0,2 \pm 0,3
%Cola	2,6 \pm 4,1	%Cola	0,7 \pm 0,8
Conc. ⁷	383 \pm 268	Conc.	320 \pm 279
N	13,0	N	3

¹ condición corporal ² testosterona (ng/ml) ³ motilidad individual

⁴ anomalías totales ⁵ % de anomalías de cabeza ⁶ % de anomalías de pieza media

⁷ concentración espermática (espermatozoides/mm³)

Se observó a los 21 meses de edad que la totalidad de los animales presentaron circunferencias escrotales menores a 30 centímetros con una condición corporal promedio de 4.9/8.

En la figura 7 se observan las diferentes anomalías espermáticas en relación a la edad de los animales. A los 14 meses de edad se observa un $19,9 \pm 10,7\%$ de anomalías totales, un $12 \pm 8,9\%$ de anomalías de cabeza, $4,5 \pm 4,3\%$ de anomalías de cola y $3,4 \pm 1,5\%$ de anomalías de pieza media. A los 18 meses se observa un $6,6 \pm 7,9\%$ de anomalías totales, un $4,1 \pm 4,3\%$ de anomalías de cabeza, un $2,2 \pm 3,8\%$ de anomalías de cola y un $0,4 \pm 0,6\%$ de anomalías de pieza media. En cuanto a los 21 meses de edad se registraron $9,6 \pm 5\%$ de anomalías totales, $2,5 \pm 1,8$ y $3,6 \pm 2,6\%$ de anomalías de pieza media y cola y por último un $5,8 \pm 2,1\%$ de anomalías de cabeza.

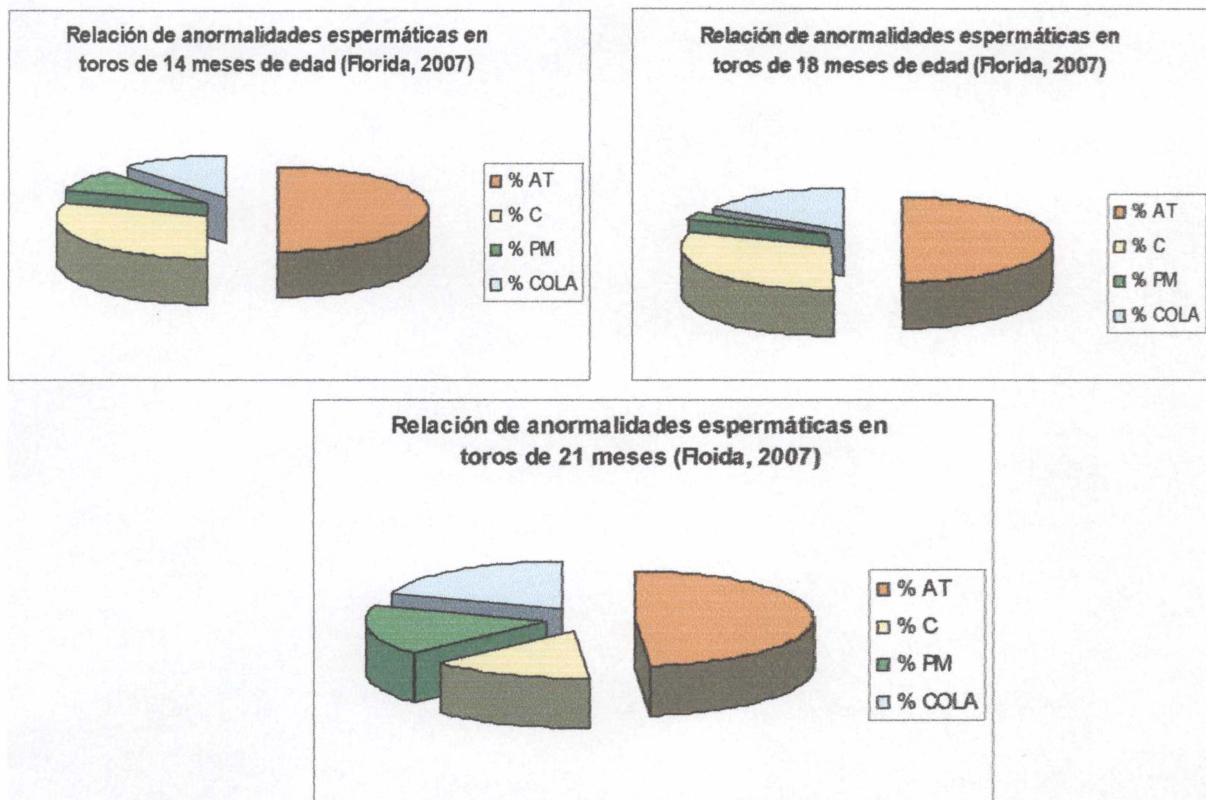


Figura 7: Relación y tipo de anomalías espermáticas según edad en toros Hereford (Florida, 2007).

9. DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de circunferencia escrotal a los 14 meses fueron mayores a los registrados a los 18 y 21 meses de edad, coincidiendo con períodos de menor calidad y cantidad de pasturas (invierno 2007).

Jiménez-Severiano (2001) en un estudio realizado en toros de carne próximos a la pubertad mencionó que a esa edad los animales están más susceptibles a deficiencias nutricionales en comparación con animales adultos y un problema de este tipo puede retrasar el desarrollo reproductivo en esos animales.

Sin embargo, Fonseca et al., (1992) no encontraron efectos significativos de la estación del año sobre la circunferencia escrotal y la calidad seminal.

Toros en edades comprendidas entre 11,5 a 13,5 meses a los cuales se les suministró dietas altas en energía post-destete, presentaron mayor circunferencia escrotal en comparación con otros animales (Barth, 2007). Coulter et al., (1987) comprobaron que dietas altas en energía en forma continua desde los 12 meses de edad pueden tener efectos adversos incrementando la grasa escrotal perjudicial para una correcta termorregulación; pudiendo producir además otros efectos adversos como laminitis, ruminitis, abscesos hepáticos que pueden llevar a infecciones en las glándulas vesiculares (Dargatz, 1987).

En relación a la proteína cruda presente en la alimentación, una restricción en la misma en toros jóvenes trae aparejado una disminución en el peso testicular medido de forma indirecta por la circunferencia escrotal (Rekwot, 1988).

Estudios indican que el nivel nutricional luego del destete tiene un efecto significativo sobre la circunferencia escrotal (Greenough, 1990).

En los tres períodos estudiados (14, 18 y 21 meses) se obtuvieron circunferencias escrotales de $31,2 \pm 2$; $27,5 \pm 2$ y $28,3 \pm 1,7$ centímetros respectivamente. Estos valores son inferiores a los recomendados por Hopkins et al., (1997) quienes recomiendan para toros Hereford a los 21 meses de edad CE mínimas de 33 cm.

Esto pudo deberse a la deficiencia alimenticia que sufrieron los toros en el invierno, lo cual llevo a una pérdida en la CE.

Sin embargo en el mismo establecimiento desde febrero a junio de 2006, con igual genética (Alzugaray, et al., 2007) encontraron en toros con edades comprendidas entre 16 y 21 meses CE de $32,2 \pm 1,26$ cm.

Con relación a la condición corporal, medida subjetiva de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y músculo por el animal, se observó una disminución marcada a los 18 meses de edad, coincidiendo con el inicio de la primavera en la cual comenzaron a recuperarse de una penuria alimenticia de los meses de invierno.



Respecto a los niveles de testosterona encontrados fueron mayores los niveles a los 21 meses (1,1 ng/ml), disminuyendo en forma moderada a los 14 meses (0,9 ng/ml) para disminuir en forma significativa a los 18 meses de edad (0,2 ng/ml). Estos resultados, excepto a los 18 meses, coinciden con lo reportado por Bagu et al., (2006) quienes determinaron valores de testosterona mediante RIA (radioinmunoanálisis) en toros entre los 8 y 20 meses de 1,1 ng/ml.

A su vez Thompson et al., (1997) describieron en toros de carne con edades comprendidas entre 14 y 16 meses concentraciones séricas de testosterona de 2,67 ng/ml mediante la técnica de RIA. Estos resultados son superiores a los obtenidos en este experimento, lo cual pudo deberse a la técnica de extracción de sangre, método de conservación, calibración del equipo y de titulación ya que en este trabajo fue utilizado un equipo de quimioluminiscencia.

En la figura 6, se observa la variación de testosterona con relación a los distintos meses de vida de los animales, mostrando una disminución marcada a los 18 meses de edad; esto podría ser explicado por una pérdida significativa en la condición corporal en los meses de invierno. Según Brito et al., (2007) una restricción alimenticia durante el desarrollo sexual, etapa en la que se encontraban éstos animales, puede inhibir la GnRH y la esteroidogénesis testicular.

A los 14 y 21 meses de edad se encontraron los valores más altos de testosterona (promedio: 0,9 ng/ml \pm 0.53; 1.1 ng/ml \pm 0.7 respectivamente) y a los 18 meses (coincidiendo con el fin del invierno) se obtuvieron los valores más bajos (0,2 ng/ml \pm 0,16).

A los 14 meses (coincidiendo con meses de otoño) el valor promedio de testosterona fue prácticamente igual a lo reportado por Malafatti et al., (2006) quienes encontraron en búfalos en esta misma estación concentraciones de testosterona promedio de 0.99 \pm 0.08 ng/ml.

Trabajos en toros viejos encontraron mayores valores de testosterona en los meses de primavera (7,1 ng/ml), registrándose menores valores en otoño (5,4 ng/ml) (koivisto, 2002).

En este trabajo se realizaron colectas de sangre en horas de la mañana desde las 8 a las 12 horas; debido a lo reportado por Santos et al., (2004) esperando encontrar un pico de testosterona a las 9 horas, existiendo según estos autores baja correlación entre el horario de colecta y la concentración de testosterona. Por este motivo se extrajo sangre en horas de la mañana.

Según Barth et al., (2002) se debería estudiar la variación diurna en LH y testosterona a lo largo de una porción grande del día en forma frecuente (en diferentes momentos del año). Esto también es asegurado por Cunningham (2003) quién asegura que niveles de testosterona sérica en animales enteros son muy variables y la prueba útil para su estudio es la estimulación con GnRH (2.2 μ g/Kg. I/V).

Para estudiar si existe correlación entre circunferencia escrotal y concentración de testosterona (ng/ml) se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman.

Existió correlación a los 14 meses: $r: 0.0293$ ($p < 0.05$); a los 18 y 21 meses no se observó correlaciones 0.123 y 0.35 ($p > 0.05$). El valor encontrado a los 14 meses coincide con una condición corporal de $4/8$. Se debería ampliar el número de observaciones realizadas para poder concluir.

Los datos obtenidos a los 21 meses se asemejan con lo reportado por Tierney et al., (1982) y Lunstra et al., (1978) quienes mencionan correlaciones entre circunferencia escrotal y testosterona de 0.71 y 0.51 respectivamente.

En el mes de noviembre a los 21 meses de edad se realizó una evaluación de la conducta reproductiva (pre-estimulación) mediante una prueba de capacidad de servicio a corral, con el objetivo de estudiar la relación entre testosterona y libido; dicha prueba no pudo ser continuada en el futuro debido a la venta de los animales.

Es importante realizar en estos animales una excitación sexual previa "escuelita sexual" a la realización de la prueba de capacidad de servicio coincidiendo con lo reportado por Bertram et al., (2002) el cual asegura que toros vírgenes expuestos previamente a una prueba de estímulo sexual aumentaron el número de servicios posteriormente.

Barth (2007) menciona que pruebas de libido y habilidad copulatoria no son confiables en toros de un año, debido a la inexperiencia y a la incompatibilidad con el tamaño de la hembra.

En la prueba realizada se obtuvo respuesta solamente en tres animales, representando un 10% del total. El tiempo de reacción promedio (primer interés hacia la hembra) fue de 4,8 segundos.

De los 3 animales que reaccionaron, dos realizaron más de dos montas sin servicio, clase 6 según clasificación de Chenoweth; el tercer animal efectuó una monta con un servicio encontrándose en la categoría 8 de dicha clasificación (Chenoweth, 1983).

A su vez dichos animales reportaron los valores más elevados de testosterona ($1,50$; $7,0$ y $9,0$ ng/ml). Según Convey et al., (1971) y Smith (1973) citado por Villani (2006) eyaculados con falsas montas aumentan la concentración de testosterona en toros de 5 a 30 minutos luego del estímulo.

Según Blockey (1978) la testosterona es necesaria para mantener la capacidad de servicio en toros y diferencias encontradas en la prueba no se deben a variaciones en los niveles de testosterona plasmática sino a diferencias en niveles umbrales de esta hormona que se sitúan en 7 ng/ml. A su vez Borg (1991) citado por Villani (2006) no registraron cambios en LH y testosterona luego de la eyaculación, si percibieron estos cambios en ratas y cerdos.

Por otro lado Price (1987) y Chenoweth et al., (1978) no encontraron correlaciones entre la actividad sexual y concentración de LH y testosterona. Mientras que el último autor afirma que un muestreo único de sangre tendría poca significación, debido a la secreción pulsátil de las hormonas sexuales.

Se realizó el estudio de calidad seminal; el porcentaje que se obtuvo de muestras seminales por masaje rectal fue de 51 % en un total de 46 animales a los cuales se le extrajo semen, un valor bajo comparado con Palmer et al., (2005) quienes obtuvieron un 97% de 288 colectas en toros de 2 años; mientras que Persson et al., (2006) obtuvieron un 90,4% de muestras seminales de 52 colectas en toros de carne de 15 meses de edad. El número de animales que dieron semen por dicha técnica fue bajo en el presente trabajo, lo cual pudo deberse a una baja condición corporal de los animales en los meses de invierno.

El método de masaje rectal fue seleccionado para su uso, debido a la corta edad de los animales y su consecuente falta de experiencia en la utilización de los demás métodos. Se evitó el uso del electroeyaculador para no ocasionarles estrés y para cuidar su bienestar, debido a que desde 1991 hasta 1995 en algunos países de Europa fue prohibida la importación de semen obtenido por dicha técnica de extracción (Mosure, 1998).

En relación a motilidad espermática individual entre los 14 y 21 meses en promedio fue de 41,4% \pm 10,4, encontrándose próximo a los 43,5% valor reportado por Persson et al., (2005) quien utilizó la misma técnica para obtener semen. Según Arteaga et al., (2001) consideran que animales próximos a la madurez sexual deberían presentar una motilidad individual superior o igual a 60%.

Se registraron los mayores valores de motilidad individual a los 14 meses (51,4%), siendo menor a los 18 meses (30,7%).

La concentración espermática obtenida en el total de los animales fue de 332 mil/mm³ \pm 126; prácticamente igual a lo reportado por Palmer (2005) (299 mil/mm³) en el que la técnica de extracción fue por masaje rectal.

Sin embargo difiere de lo reportado por Erb et al., (2005) quienes encontraron una concentración de 116 mil/mm³ \pm 26 en los meses de otoño y en este trabajo fue de 334 mil/mm³ \pm 75 a los 14 meses (coincidiendo con el otoño).

Con este último autor se coincide que la mayor concentración espermática encontrada fue en los meses de primavera (entre 777 y 873 miles/mm³) y en este trabajo fue de 370 \pm 261 y 332 \pm 126 mil/mm³. Estas diferencias se explicarían por la forma de colecta la cual se realizó por medio de vagina artificial y en nuestro caso mediante masaje rectal.

En todos los meses analizados la concentración se mantuvo promedialmente por debajo de los 400 x 10⁶ espermatozoides/ml, valor que según Arteaga et al., (2001) es un indicador inminente de la madurez sexual. Dicho semen fue colectado mediante la técnica de electroeyaculación.

Si se consideran los desvíos estándar para concentración espermática obtenidos en este trabajo, el valor estaría próximo a los 400 x 10⁶ ml.

Es importante señalar que la técnica utilizada en este ensayo (masaje rectal), no sería la apropiada para estudiar concentración espermática, ya que se basa en el masaje de las glándulas seminales y ampollas del deferente; lo cual provoca una emisión y no un eyaculado propiamente dicho; con mayor volumen y escasa concentración de espermatozoides por ml. Pero esta técnica permite observar las anomalías espermáticas básicas a nivel de campo, dicho de otra forma "si produce o no semen un toro".

En lo referente a las anomalías se encontró un mayor porcentaje de anomalías totales (19,9%), siendo mayores los defectos de cabeza (12%) a los 14 meses de edad; esto coincide con lo reportado por Söderquist et al., (1996) y Arteaga et al., (2001) quienes encontraron mayores porcentajes de cabezas anormales 6,1% y 5,2% respectivamente en animales de la misma edad.

Según el laboratorio de semen de la cátedra de Teriogenología se aceptan porcentajes de anomalías totales de 15 a 20%, en este trabajo se encontró un promedio en todas las edades estudiadas de $12,7\% \pm 6,7$ lo que estaría dentro de dicho rango, lo mismo para anomalías de cabeza encontrando un $7,3\% \pm 4,2$ (normal 3 -18%); pieza media $2,1\% \pm 1,5$ (normal 0-2%) y colas $3,4\% \pm 1,2$ (normal 0-7%). Por lo dicho anteriormente se puede decir que el rango de anomalías se encuentra dentro de los valores normales.

Arteaga et al., (2001) concluyen que animales entre 3 y 4 meses luego de la pubertad poseen mayor porcentaje de anomalías de cabeza, cola y acrosoma, disminuyendo el número de gotas proximales.

A los 14 meses de edad se encontraron mayores valores en relación a la motilidad individual y a su vez mayores porcentajes de anomalías total (cabeza, p media y cola). Por otro lado se registro un mayor % de anomalías espermáticas a los 21 meses, lo cual demuestra que el déficit nutricional sufrido por los toros en invierno altero la producción de espermatozoides dos meses después (21 meses) tiempo que lleva la espermatogénesis (60 días en promedio).

Según Barth, (2007) los principales factores involucrados en la calidad seminal son la edad a la pubertad con la consecuente maduración sexual además de factores nutricionales (principalmente energía y proteína).

Según un estudio realizado sobre campo natural en areniscas de Paysandú, carneros alimentados en base a suplementación presentaron mejor calidad seminal (motilidad de masa e individual; concentración y % de anomalías totales) en comparación con animales sin suplementar (Elhordoy, 2006).

Antiguamente eran eliminados toros por poseer inaceptable calidad seminal, pero según (Elhordoy, 2007, comunicación personal) no es recomendable eliminar un toro en base a una sola muestra seminal; evitando esto Haedo (1986) aconseja realizar al menos tres espermogramas obtenidos con una semana de diferencia.

Se encontró además que animales con mayores circunferencias escrotales presentaron menores porcentajes de anomalías totales y menor concentración espermática; este último parámetro pudo verse afectado por un error en la técnica de laboratorio debido a que en la literatura existen varios autores que coinciden que circunferencias escrotales mayores, con buen tono testicular producirán mejor calidad seminal y viceversa (Coulter, 1987; Geymonat, 1984; Galloway, 1998; Kastelic, 2007).

Según Geymonat (1984) la circunferencia escrotal no es un indicador absoluto de calidad seminal, pero permite identificar el 50% de los toros que poseen baja calidad seminal.

Se encontró que la condición corporal de los animales está relacionada con su circunferencia escrotal, motilidad de masa y concentración espermática por lo que se reafirma que la nutrición es un elemento fundamental para alcanzar una óptima reproducción ya que la misma es denominada una función "de lujo".

10. CONCLUSIONES:

No se encontraron correlaciones significativas entre circunferencia escrotal y testosterona, por lo que se debería realizar el estudio con mayor número de animales para poder afirmar con exactitud la existencia de dicha correlación.

Los resultados obtenidos en este trabajo demostraron que toros en edades comprendidas entre los 14 y 21 meses de edad presentaron niveles de testosterona séricos (medidos por la técnica de quimioluminiscencia) por debajo de los indicados en la bibliografía. Dichos estudios utilizan la técnica RIA (radioinmunoanálisis). Se recomienda repetir el ensayo con mayor número de animales, utilizando cualquiera de los dos métodos mencionados anteriormente ya que existe una alta correlación entre ambas técnicas.

En el período analizado debido al déficit nutricional y pérdida de condición corporal sufrido en los meses de invierno, causando una caída significativa de los parámetros en estudio, no se puede reafirmar si dichos animales pueden ser utilizados como reproductores.

Los parámetros seminales (motilidad individual y concentración) no permiten concluir si dichos animales alcanzaron los niveles óptimos de madurez sexual; sin embargo las anomalías totales se mantuvieron siempre dentro de los rangos mencionados como óptimos en la bibliografía.

Sería recomendable realizar un examen andrológico y funcional en animales menores a 2 años, comenzando con una estimulación previa para lograr su máximo desempeño reproductivo.

11. BIBLIOGRAFÍA:

1. Abdel Malak Bedair, G; Thibier, M. (1979) Peripheral plasma androstenedione and testosterone concentrations in bulls before and during puberty. *Journal of Reproduction & Fertility* 56:7-10.
2. Alzugaray Gastellu, M.F; Pedutto Dacol, F (2007) El impacto de la salud podal en el comportamiento reproductivo en toros de carne bajo condiciones pastoriles. Tesis Universidad de la República, Facultad de Veterinaria. Montevideo, 64 p.
3. Amann, R.P; Schanbacher, B.D. (1983) Physiology of male reproduction. *Journal of Animal Science* 57:380 - 403.
4. Aranguren-Méndez, J; Madrid-Bury, N; González-Stagnaro, C. (1995) Plasma testosterone concentration around puberty in young 5/8 Holstein and 5/8 Brown Swiss bulls. *Revista Argentina de Producción Animal* 15:1032-1034.
5. Arteaga, A; Baracaldo, M; Barth, A.D. (2001) The proportion of beef bulls in western Canada with mature spermograms at 11 to 15 months of age. *Canadian Veterinary Journal* 42:783 - 787.
6. Bagu, E.T; Cook, S; Gratton, C.L; Rawlings, N.C. (2006) Postnatal changes in testicular gonadotropin receptors, serum gonadotropin, and testosterone concentration and functional development of the testes in bulls. *Reproduction* 132:403-411.
7. Bayer HealthCare (2000). Testosterona (TSTO) Automated Chemiluminiscence System ACS: 180®. 12p.
8. Bane, A (1982) Morphological evaluation of semen. Lecture at a prost graduate course in 1982. 23p. Ejemplar fotocopiado.
9. Baracaldo, M.I; Barth, A.D; Bertrand, W (2007) Pasos para el congelamiento de semen bovino: desde la colección de semen hasta el almacenamiento en el tanque de nitrógeno líquido. Disponible en: URLwww.ivis.org. Fecha de consulta: 26 de abril de 2008.
10. Barth, A.D; Oko, R.J. (1989) Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa. Iowa, Iowa State University, 285p.
11. Barth, A.D. (2000) Bull Breeding Soundness Evaluation. 2a ed., Alberta, Western Canadian Association of Bovine Practitioners, 75p.
12. Barth, A.D; Waldner Ch. L. (2002) Factors affecting breeding soundness classification of beef bulls examined at the Western College of Veterinary Medicine. *Canadian Veterinary Journal* 43:274-284.
13. Barth, A.D. (2007) Rol del veterinario en la evaluación de toros. Jornada Técnica. Zonamerica Business & Technolgy Park, Canelones, Uruguay, p.4-30.

14. Bavera, G.A. (2005) Edad de utilización de los toros. Disponible en: URL www.produccionbovina.com/informaci_ontecnica/cri_atoros/11-edaddeutilizaciondelostoros.htm. Fecha de consulta: 26 de abril de 2008.
15. Bertram, J.D; Fordyce, G; McGowan, M.R; Jayawardhana, G.A.; Fitzpatrick, L.A.; Doogan, V.J.; De Faveri, J.; Holroyd, R.G. (2002) Bull selection and use in Northern Australia 3. Serving capacity tests. *Animal Reproduction Science* 71: 51- 66.
16. Billeno, O; Romero, R. A. (2002) Testículos: Importancia de su examen y calificación. Disponible en: URL www.losgateados.com/publicaciones/testiculostoros.html. Fecha de consulta: 19 de mayo de 2008.
17. Blockey, M.A. de B. (1978) Serving capacity and social dominance of bulls in relation to fertility. *Proceedings World Congress Ethology Applied Animal*, Madrid, España, p. 523-530.
18. Blockey, M.A. de B., Straw, W.M. and Jones, L.P. (1978) Heritability of serving capacity and scrotal circumference of bulls. *Proceedings of the American Association of Animal Science*: 92.
19. Blockey, M.A. de B. (1981) Development of serving capacity test for beef bulls. *Applied Animal Ethology* 7:307-319.
20. Brito, L.F; Barth, A.D; Rawlings, N.C; Wilde, R.E; Crews, D.H; Boisclair, Y.R, Ehrhardt, R.A; Kastelic, J.P. (2007) Effect of restriction during calfhood on serum concentrations of metabolic hormones, gonadotropins, testosterone, and on sexual development in bulls. *Reproduction* 134:171-181.
21. Calistro, S; De Mattos, D. (1999) Algunos aspectos a considerar en la compra de reproductores. Disponible en: URL www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/tb/ara/1999/86pa.htm. Fecha de consulta: 19 de mayo de 2008.
22. Carpenter, B.B; Forrest, D.W; Sprott, A; Rocha, D.E; Hawkins, J.R; Beverly, H.E; Hawkins, H.E; Parish, N.R. (1992) Performance of *Bos indicus* influenced bulls in serving capacity test and multiple sire breeding groups. *Journal of Animal Science* 70:1795-1800.
23. Casaro, G.; Mihura, H. (1997) Selección de toros. *Therios (Sup)*:19-26.
24. Chacón, J; Perez, E; Müller, E; Söderquist, L; Rodríguez-Martínez, H. (1999) Breeding Soundness evaluation of extensively manager bulls in Costa Rica. *Theriogenology* 52:221-231.

25. Chenoweth, P.J; Brinks, J.S; Nett, T.M. (1979) A comparison of tree methods of assuring sexdrive in yearling beef bulls and relationships with testosterone and LH levels. *Theriogenology* 12:223 – 233.
26. Chenoweth, P.J. (1983) Examination of bulls for libido and breeding ability. *Veterinary Clinics of North America: Large Animal Practice* 5:59 -74.
27. Coulter, G.H; Foote, R.H. (1977) Relationship of body weight to testicular size and consistency in growing Holstein bulls. *Journal of Animal Science*. 44:1076-1079.
28. Coulter, G.H. (1982) The business of testicle size. Disponible en: URL www.Ceniap.gov.ve/pbd/Revistascientíficas/ZootecniaTropical/zt0901/texto/pubertad.htm. Fecha de consulta: 5 de mayo de 2008.
29. Coulter, G.H; Carruthers, T.D; Amann, R.P; Kozub, G.C (1987) Testicular development, daily sperm production and epididymal sperm reserves in 15-month years old Angus and Hereford bulls: effects of bull strain plus dietary energy. *Journal of Animal Science*. 64:254-260.
30. Cuenca, L; Chiossoni, M; Ferraris, A; Haedo, F; Rivero, R (1986) Aptitud reproductiva del toro: Evaluación de la capacidad reproductiva del toro. Montevideo: IICA. 112p.
31. Cunningham, J.G (2003) *Fisiología veterinaria*. 3ª. ed. Madrid: Elsevier. 575p.
32. Dargatz, D.A; Mortimer, R.G; Ball, L (1987) Vesicular adenitis of Bulls. *Theriogenology* 28:513- 521.
33. Dyce, K.M; Sack, W.O.; Wensing, C.J.G. (2007) *Anatomía Veterinaria*. 3a. ed. Mexico: Interamericana-Mc Graw Hill, 920 p.
34. Earle, D. (1976) A guide to scoring dairy cow condition. *Journal of Agriculture al Farmers Victoria* 74:228.
35. Elhordoy, D; Elgarte, J; Hernández, S; Guggeri, D. (2006) Suplementación de sales minerales con oligoelementos zinc, cobalto, selenio y vitaminas sobre características seminales en carneros previo al servicio. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. XXXIV, Paysandú, Uruguay: 189 -191.
36. Erb, R; Andrews, F; Hilton, J. (2005) Seasonal variation in semen quality of the dairy bull. Disponible en: URL [www.http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/25/9/815](http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/25/9/815). Fecha de consulta: 19 de mayo de 2008.
37. Fernández Requena, L. (2001) Examen andrológico y sanitario de toros.Seminario JICA/DILAVE. Paysandú, Uruguay. p. 48-53.

38. Fonseca, V; Crudeli, G; Silva, E; Hermanny, A. (1992) Aptidão reproductiva de toros da raça Nelore. Efeito das diferentes estações de ano sobre as características seminâis, circunferencia escrotal e fertilidade. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. 44:7- 15.
39. Foote R.H. (1977) Relationship of body growing Holstein bulls. Journal of Animal Science. 45:342-349.
40. Fortuny, A. (2002) La quimioluminiscencia. Disponible en: URL www.monografias.com/trabajos11/quimilu/quimilu.shtml. Fecha de consulta: 2 de junio de 2008.
41. Galloway, D. (1998) Clinical assessment of male reproductive function. SIPAR Follow-up Seminar on Animal Reproduction and Biotechnology, Belén, 4^a, Brasil: 19-26.
42. Gamarra, V. (1994) Evaluación de aptitud reproductiva y capacidad de servicio en toros .Jornadas de Reproducción y Biotecnología de la Reproducción. Atlántida, Uruguay. p. 49-60.
43. García Pintos (2004) Revisación de toros preservicio, una obligación. Disponible en: URL www.inia.org.uy/prado/2004/revisacion%20toros%20preservicio.htm. Fecha de consulta: 2 de junio de 2008.
44. Geymonat, D.H; Mendez, J.E. (1984) Circunferencia escrotal en toros y su relación con caracteres de producción y reproducción. Jornadas Uruguayas de Buiatría. XII, Paysandú, Uruguay. p. K1-K13.
45. Geymontat, D.H; (1985) Mejoramiento de la eficiencia del entore: medidas testiculares y de comportamiento sexual. Jornadas de Reproducción Animal. IX, Venado Tuerto, Santa Fé, Argentina. p. 3-55.
46. Gil, A.D. (2005) Manejo de los rodeos de cría de bovinos para carne en el Uruguay. Veterinaria (Montevideo). 40:5-28.
47. Gordon, I. (1999) Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalo. Zaragoza, Acribia. 498p.
48. Greenough, P.R; Vermunt, J.J; McKinnon, J.J; Fathy, F.A; Berg, P.A; Cohen R.D.H. (1990) Laminitis-like changes in the claws of feedlot cattle. Canadian Veterinary Journal 31:202-208.
49. Haedo, F. (1986) Calidad seminal. En: Queirolo, L; Geymonat, D; Gómez, G. Aptitud reproductiva del toro: Calidad seminal. Montevideo: IICA. 112p.
50. Hafez, E.S.E. (1996) Reproducción e inseminación artificial en animales. 6a ed. México, Interamericana, 542 p.

51. Hafez, E.S.E.; Hafez, E. (2002) Reproducción e inseminación artificial. 7ª.ed. México, McGraw-Hill. 519p.
52. Henricks, D.M; Cooper, D.M; Spitzer, J.C; Grimes, L.W (1984) Sex differences in plasma cortisol and Growth in the bovine. *Journal of Animal Science*. 59: 376-383.
53. Hopkins F.M.; Spitzer J.C. (1997) The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 13:283-293.
54. Jiménez-Severiano, H. (2001) Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. *Theriogenology* 58:921- 932.
55. Junqueira, L.C; Carneiro, J. (2006) *Histología básica*. 6ª ed. Barcelona: Masson. 488p.
56. Kastelic, J.P; Wolfe, D.F. (2007) Evaluación de la Aptitud Reproductiva Potencial del Toro. *Jornadas Uruguayas de Buiatría XXXV*, Paysandú, Uruguay, p.10-15.
57. King, R.G; Kress, D.D; Anderson, D.C; Doornbos, D.E; Burfening, P.J. (1983) Genetic parameters in Herefords for puberty in heifers and scrotal circumference in bulls. *Journal of Animal Science*. 57 (Suppl. 1):156. Abst.
58. Koivisto, M.B; Luvizotto, M.C; Nogueira, G.P; Vicente, W.R; Costa, M.T (2002) Testosterone concentration in a bovine *Bos Indicus* with bilateral varicocele. Case report. *Brazilian Journal of Animal Science*.39:27-31.
59. Larsen, R.E; Littell, R; Rooks, E; Adams, E.L; Falcon, C; Warnick, A.C(1990). Bull influences on conception percentage and calving date in Angus, Hereford, Brahman and Senepol single-sire herds. *Theriogenology* 34:549-568.
60. Lunstra, D.D; Ford, J.J; Echterkamp, S.E. (1978) Puberty of beef bulls: Hormonal concentration growth testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *Journal of Animal Science*. 46:1054-1062.
61. Lunstra, D.D. (1984) Changes in libido-fertility relationships as beef bulls mature. *Journal of Animal Science*. 59 (Suppl. 1):351. Abst.
62. Malafatti, A; Barbato, O; Todini,G;Terzano, A; Debenedetti, A; Borghese, A. (2006) Blood testosterone levels in Italian Mediterranean buffalo bulls managed in two different breeding conditions. Disponible en: URL www.sciencedirect.com/science. Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2007.

63. Mapletoft, R.J; Kastelic, J.P; Coulter, G.C (1998) Manejo y selección de toros de carne. Disponible en:
URL www.losgateados.com//publicaciones/selecciontoros.htm/. Fecha de consulta: 19 de mayo de 2008.
64. McDonald, L.E. (1991) Endocrinología veterinaria y reproducción. 4a ed. México, McGraw Hill, 551 p.
65. McGowan, M.M; Galloway, D; Taylor, E.; Entwistle, K. W.; Johnston, P. (1995) The Veterinary Examination of Bulls. Queensland, Australia. Australian Association of Cattle Veterinarian. 81p.
66. McMillan, W.H. (1994) Current and emerging reproductive technologies for beef breedings cows. Proceedings. Society of Animal Production: 54:345 – 350.
67. MGAP-CIDE (1969) Uso y manejo de suelos. Disponible en: URL www.mgap.gub.uy/renare/SIG/ConsultaCONEAT/ResumenDescriptivo.htm. Fecha de consulta: 11 de Enero 2008.
68. MGAP-DIEA (2007) Anuario estadístico agropecuario. Disponible en: URL www.mgap.gub.uy/diea/Anuario/index.htm. Fecha de consulta: 12 de mayo de 2008.
69. Mickelson, W; Memon, M (1992) Aptitud Reproductiva en Toros de Carne. Jornadas Uruguayas de Buiatría. XX, Paysandú, Uruguay, p. B1 – B5.
70. Morrow, D.A. (1986) Current therapy in theriogenology. 2ª ed. Philadelphia, Saunders. 1081p.
71. Mosure, W.L; Meyer, R.A; Gudmundson, J; Barth, A.D. (1998) Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. Canadian Veterianary Journal 39:504-506.
72. Neill, J.D; Challis, J.R.G; De Kretser, D.M; Ptaff,D.W; Richards, J.S; Plant, T.M; Wassarman, P.M. (2006) Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, 3a.ed., volume 1. San Diego, Elsevier, 1726p.
73. Olivares, R; Urdaneta, R. (1985) Colección, evaluación y procedimiento del semen de toros. Disponible en: URL www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd17/texto/colección.htm. Fecha de consulta: 22 de junio de 2008.
74. Ott, R.S. (1986) Breeding Soundness Examination of bulls. En: Morrow, Current Therapy in Theriogenology, 2a.ed Philadelphia, Saunders. 125-136.

75. Palmer, C.W; Brito, L.F.C; Arteaga, A.A; Söderquist, L;Persson,V;Barth,A.D (2005) Comparison of electroejaculation and transrectal massage as methods of semen collection in range and yearling feedlot bulls. *Animal Reproduction Science* 87:25-31.
76. Patterson, D. (2005) Determinación de la fertilidad reproductiva de toros padres. Disponible en: [www.http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/22-determinacionfertilidad.htm](http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/22-determinacionfertilidad.htm). Fecha de consulta: 14 de mayo de 2008.
77. Peralta, R. (2004) Examen de aptitud reproductiva de los toros. *Jornadas Taurus de Reproducción Bovina. II*, Buenos Aires, Argentina:p. 29 -35.
78. Persson, Y; McGowan, M; Söderquist, L. (2006) Comparison between the sperm Morphology in semen sample obtained from yearling beef bulls by transrectal massage of the ampullae and caudal epididymal dissection. *Reproduction in Domestic Animals* 41:233 – 237.
79. Pérez-Clariget R, Forsberg.M;Lopez A and Castrillejo A.(1988) Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences.Veterinaria, Uppsala, Suecia 34:1-3.
80. Post,T.B; Christensen, H.R; Seifert,G.W (1987) Reproductive performance and productive traits of beef bulls selected for different levels of testosterone responde to GnRH.*Theriogenology* 27:317-328.
81. Price, E.O (1987) Male sexual behaviour. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 3:405-419.
82. Queirolo, L; Geymonat, D; Gómez, G (1986) Aptitud reproductiva del toro: Evaluación de la capacidad reproductiva del toro. Montevideo: IICA. 112p.
83. Rekwot,P.I; Oyedipe,E.O; Akerejola,O.O; Kumi-Diaka,J (1988) The effect of Protein intake on body weight scrotal circumference and semen product Bunaji bulls and their Friesian crosses in Nigeria. *Animal Reproduction Science* 16:1-9.
84. Roberts S.J (1979) *Obstetricia veterinaria y patología de la reproducción (Theriogenología)* Ithaca: Hemisferio Sur, 102 p.
85. Rovira, J. (1973) *Reproducción y manejo de los rodeos de cría*. Montevideo, Hemisferio Sur, 293 p.
86. Rovira, J. (1996) *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Montevideo, Hemisferio Sur, 287 p.
87. Rutter, B; Russo, A (2006) *Bases para la evaluación de la actitud reproductiva del toro*. Buenos Aires: Agrovvet, 270p.
88. Ruttle, J.L; Bartlett, D.C; Hallford, D.M (1982) *Factors affecting semen*

Characteristics of New Mexico Range Bulls. Journal of Animal Science. 55 Suppl. 1:502. (Abst.).

89. Salisbury, G.W; VanDemark,N.L; Lodge,J.R.(1978) Fisiología de la Reproducción e inseminación artificial de los bovinos, 2^a. Ed. Zaragoza, Acribia.831 p.
90. Santos, M.D; Torres C.A.A; Rusa J.R.M; Guimaraes J.D, Filho J.M.(2004) Potencial reproductiva de touros da raça Nelore submetidos a diferentes Proporções touro:vaca .Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. 55.293-300.
91. Sitarz, N.E; Erb,R.E; Martin ,T.G; Singleton,W.L:(1977)Relationship between plasma testosterone weaning treatment, daily gains and certain physical Trait of young Angus bulls. Journal of Animal Science. 45:342-349.
92. Soca, P; Ocasberro, R (1992). Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura de pasto y aplicación de destete temporario. Disponible en: URL [www.http://rau.edu.uy/agro/ccss/investigacion/avance-proyecto-cria.pdf](http://rau.edu.uy/agro/ccss/investigacion/avance-proyecto-cria.pdf). Fecha de consulta: 22 de junio de 2008.
93. Söderquist, L; Janson, L; Haard, M; Einarsson, S (1996) Influence of season age, breed and some other factors on the variation in sperm morphological abnormalities in Swedish dairy A.I.bull. Animal Reproduction Science 44:91-98.
94. Spitzer, J.C (2002) Evaluación de la salud reproductiva del toro. Disponible en: URL [www.http://ivis.org/advances/Repro_Chenoweth/spitzer_es/IVIS.pdf](http://ivis.org/advances/Repro_Chenoweth/spitzer_es/IVIS.pdf) Fecha de consulta: 22 de junio de 2008.
95. Tierney, L.A; Hallford, D.M; Ruttle, J.L; Bartlett, D.C; Leighton, E.A. (1982) Serum testosterone, scrotal circumference and semen characteristics in Hereford and Brangus bulls range conditions.Journal of Animal Science. 55 (Suppl.1):497.Abst.
96. Thompson, J.A; Liptrap, R.M; Johnson, W.H (1992) Serum testosterone concentration in responde to exogenous GnRH does not predict service rates on pregnancy rates by yearling, performance tested, crossbred bulls Theriogenology 38:989-1216.
97. Thompson, J.A; Wikse, S.E; Forrest, D.W; Field,R.W; Blanchar, T.L (1997) Predicting end-of –test semen quality in Bulls prior to performance testing Theriogenology 47:1297- 1478.
98. Topps, J.H. (1977) The relationship between reproduction and under nutrition in beef cattle. World Review of Animal Production.13:43-49.

99. Villani, M; Cairoli, F; Kindahl, H; Galeati, G; Faustino, M; Caluccio, A; Veronesi, M.C. (2006).Effect of mating on plasma concentrations of testosterone, cortisol, oestrone sulphate and 15-ketodihydro-PGF 2α in stallions. *Reproduction in Domestic Animals*. 41:544-548.
100. Yangimachi, R. (1994) Mammalian fertilization.En: Knobil E, Neil DJ.The physiology of reproduction.NY, Raven.p.105-140.
101. Youngquist, R.S; Threlfall, W.R. (2007). Current therapy in large animal Theriogenology, 2a. ed., St.Louis: Saunders.1032 p.
102. Willett, E.L; Ohms, J.I. (1957).Measurement of testicular size and ist relation to Production of spermatozoa by bull. *Journal of Dairy Science* 40:1559-1569.
103. Witt, A (1989) Evaluación de la capacidad reproductiva del toro. Disponible en: URL http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_toros/57-evaluation_de_la_capacidad_reproductiva_del_toro.htm. Fecha de consulta: 22 de junio de 2008.

12. ANEXOS

ANEXO I

Escala de condición corporal en animales de carne

Condición Corporal	Estado del animal	Descripción
1	Conserva baja	Extremadamente flaco, sin grasa subcutánea. Débil con lomo arqueado y patas juntas
2	Conserva baja	Muy flaco. Muy poca grasa s/c. Anca y área de inserción de cola hundidas.
3	Conserva alta	Flaco. Muy poca grasa s/c. Anca y área de inserción de colas hundidas.
4	Manufactura baja	Moderado liviano. Anca ligeramente marcada, área de inserción de cola ligeramente hundidos.
5	Manufactura alta	Moderado. Anca plana, área de inserción de la cola llena.
6	Abasto	Moderado pesado. Buena cobertura grasa s/c. Anca ligeramente redondeada, área de inserción de cola cubierta.
7	Gordo	Abundante grasa s/c. Lomo y anca redondeados. Area de inserción de cola completamente cubierta pero sin polizones de grasa.
8	Especial	Muy gordo. Acumulación extrema de grasa s/c en todo el cuerpo

Fuente: Earle (1976)

ANEXO II

Protocolo del sistema automatizado de quimioluminiscencia ACS: 180® (Bayer HealthCare)

El sistema lleva a cabo automáticamente los siguientes pasos:

- Lava la cánula de muestras con 225 µl de reactivo de lavado
- Dispensa 15 µl de muestra y 50 µl de agente liberador en una cubeta
- Dispensa 50 µl de reactivo lumínico y 300 µl de cada uno de los reactivos para iniciar la reacción de quimioluminiscencia
- Presenta los resultados obtenidos de acuerdo con la opción seleccionada.

Recogida y manipulación de muestras: Para este ensayo se recomienda utilizar muestras de suero.

- Extraiga todas las muestras de sangre tomando las precauciones generales para la venopunción
- Deje coagular bien las muestras antes de centrifugarlas
- Mantenga los tubos tapados y en posición vertical en todo momento
- No utilice muestras que hayan estado a temperatura ambiente durante más de 8 horas
- Tape bien las muestras y manténgalas a una temperatura de 2 a 8° C sin o se van a analizar en las 8 horas siguientes.
- Congele las muestras a una temperatura de -20° C o inferior si no se van a analizar en las 48 horas siguientes.
- No congele las muestras más de una vez y mézclelas bien una vez descongeladas

Antes de colocarlas en el sistema compruebe que:

- Las muestras no contengan fibrina ni ningún otro tipo de materia sólida
- Las muestras no tengan burbujas.

Reactivos: Almacenar los reactivos en posición vertical a una temperatura de 2° a 8° C. Para conseguir buenos resultados, mezcle bien la fase sólida invirtiendo varias veces el vial antes de usarlo. Inspeccione el fondo del vial para comprobar que todas las partículas se han dispersado y están en suspensión.

Reactivo	Volumen	Componentes	Almacenamiento	Estabilidad
TSTO de ACS:180 LR	2,5 ml/vial	Testosterona marcada con éster de acridinio (8ng/vial) en solución salina tamponada con conservantes	2-8 °C	Hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta del vial o 40 hs en total a temperatura ambiente.
TSTO de ACS:180 SP	15,0 ml/vial	Anticuerpo policlonal anti-test. de conejo (0,5 µg/vial) unido a un anticuerpo monoclonal anti-conejo de ratón (8µg/vial) unido covalentemente a partículas paramagnéticas en solución salina tamponada, con ácido sódica 80,11%) y conservantes	2-8 °C	Hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta del vial o 40 hs en total a temperatura ambiente.

Calibración del ensayo: El ensayo de testosterona ACS: 180 precisa una calibración de la curva patrón siempre que se utilice un nuevo número de lote de reactivo lumínico y fase sólida. Introduzca los valores de la curva patrón para cada nuevo número de lote de reactivo lumínico y fase sólida utilizando el lector de código de barras o el teclado.

Frecuencia de calibración:

- Cada 7 días
- Cuando se cambien los números de lote de los reactivos analíticos
- Cuando se sustituya algún componente del sistema
- Cuando los resultados del control de calidad estén fuera del rango repetidas veces

Cálculos: Dependiendo de las unidades especificadas al configurar el análisis, el sistema indica los valores de testosterona en suero en ng/dl o nmol/l. La fórmula de conversión es 1 ng/dl: 0,0347 nmol/l.

Especificidad: Es el grado con el cual un ensayo detecta aquella sustancia para la cual ha sido elaborado.

Exactitud: Se define como la concordancia entre la cantidad de hormona medida y la presente en la muestra.

Precisión: Medida de la variación observada entre repetidas mediciones de una muestra.

El equipo de quimioluminiscencia posee gran especificidad y sensibilidad, puede determinar una reacción antígeno-anticuerpo aunque su concentración sea del orden de los picogramos con un mínimo de desnaturalización.