



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGIA DE LA REPRODUCCION ANIMAL



NIVELES DE TESTOSTERONA EN CABALLOS DE REMONTA MEJORADA ANTES Y POS CASTRACIÓN EN EL DISTRITO DE POMATA, PUNO.

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN JOSE BAZAN AQUINO

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGIA DE LA
REPRODUCCIÓN ANIMAL**

PUNO - PERÚ

2020



DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios. Con cariño y gratitud a mis padres Juan Antonio y Maria Angela, que siempre han sido ejemplo de amor y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A la memoria de mis abuelos Casinaldo, Maria, Manuel y Juana.

A mis queridos hermanos Jorge Luis y Jose Javier. .

Y A toda mi familia, por su apoyo y cariño.



AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez . Eres quien guía el destino de mi vida.

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Manuel Guido Pérez Duran, por su apoyo y confianza, quien me orientó, me brindó su tiempo, sus experiencias y sus conocimientos y que sin su ayuda no hubiera podido culminar con la presente tesis.

A mis padres, Juan Antonio y Maria Angela, por su apoyo y comprensión en todo momento y gracias a ellos pude cumplir unos de mis anhelos.

A mis hermanos y a toda mi familia, por el apoyo moral y comprensión.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
INDICE GENERAL	
INDICE DE TABLAS	
ÍNDIDE DE FIGURAS	
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	12
1.1.1. Objetivo General.....	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
CAPÍTULO II	
REVISION DE LITERATURA	
2.1. Marco teorico.....	13
2.1.1. Anatomia y fisiología reproductiva del macho.....	13
2.1.2. Funciones de las células testiculares.....	16
2.2. Marco conceptual.....	19
2.2.1. Testículos.....	19
2.2.2. El escroto.....	19
2.2.3. Dartos.....	19
2.2.4. Cremaster.....	19
2.2.5. La túnica vaginal común.....	20
2.2.6. La capa parietal.....	20
2.2.7. La cavidad vaginal.....	20
2.2.8. El Mesorquio o capa doble de peritoneo.....	21
2.2.9. El epidídimo.....	21
2.2.10. El conducto deferente.....	21
2.2.11. Cordón espermático.....	21
2.2.12. La testosterona.....	21
2.2.13. Castracion.....	22



2.2.14. Anestesia.....	22
2.3. Castración en caballos.....	22
2.4. Testosterona.....	24
2.6. Antecedentes.....	29
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y METODOS	
3.1. Lugar de estudio.....	32
3.2. Animales de estudio.....	32
3.3. Metodología.....	33
3.4. Muestreo de sangre antes de castración.....	33
3.5. Castración de los caballos.....	34
3.6. Muestreo de sangre post castración.....	35
3.7. Método de análisis de testosterona.....	36
3.8. Método de investigación.....	36
3.9. Análisis estadístico.....	36
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Niveles séricos de testosterona antes y pos castración.....	38
4.2. Niveles séricos de testosterona post castración.....	41
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	49
ANEXOS.....	54
Anexo 1. Niveles séricos de testosterona en caballos machos antes y post castración (ng/dL).....	54

Área : Bioquímica sanguínea

Tema : Niveles séricos de testosterona en equinos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 DE DICIEMBRE 2020



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles séricos de testosterona antes de la castración y a los 20, 40 y 60 días post castración en caballos de la raza Remonta Mejorada (ng/dL).....	38
--	----



ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Variación de los niveles séricos de testosterona antes y pos castración en caballos.....	42
---	----



RESUMEN

Con el objetivo de determinar los niveles séricos de testosterona antes de la castración y a los 20, 40 y 60 días después de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada, el estudio fue realizado en el cuartel de Pomata, perteneciente a la región Puno que está ubicada en la sierra sudeste del país, en la meseta de El Collao a: 13°00'66"00" y 17°17'30" de latitud Sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, se tomaron muestras de sangre de cuatro caballos que previamente fueron castrados de cinco años de edad para determinar los niveles séricos fueron mediante el ensayo INMULITE/INMULITE 100, inmunoensayo competitivo de fase sólida que utiliza la tecnología de quimioluminiscencia, basado en el principio de emisión de energía luminosa a través de una reacción química (enzima- sustrato); los promedios fueron contrastados respecto a los valores antes de la castración mediante la prueba de "t" analizadas en el SAS versión 9,0; los resultados muestran que los niveles séricos de testosterona antes de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada fue de $31,36 \pm 8,66$ ng/dL, con una amplia variación entre individuos con valores extremos de 18,11 ng/dL a 55,61 ng/dL; así mismo, los niveles séricos de testosterona fueron a los veinte días de 29,03 ng/dL ($P > 0,05$), a los cuarenta días de 21,17 ng/dL ($P \leq 0,05$) y a los sesenta días de 15,18 ng/dL ($P \leq 0,05$), respecto a los valores antes de la castración; se concluye que la castración no tiene efecto en los niveles séricos de testosterona hasta los dos meses; sin embargo, se muestra una disminución significativa a los 40 y 60 días respecto a los valores antes de la castración.

Palabras clave: Equino, castración, testosterona, comportamiento.



SUMMARY

With the objective of determining serum testosterone levels before castration and at 20, 40 and 60 days after castration in horses of the Remonta Mejorada breed, the study was carried out in the Pomata barracks, belonging to the Puno region that It is located in the southeastern highlands of the country, on the El Collao plateau at: 13 ° 00'66"00 "and 17 ° 17'30" South latitude and 71 ° 06'57 "and 68 ° 48'46" longitude West of the Greenwich meridian, blood samples were taken from four horses to determine serum levels by means of the INMULITE / INMULITE 100 assay, a competitive solid phase immunoassay that uses chemiluminescence technology, based on the principle of light energy emission to through a chemical reaction (enzyme-substrate); the means were contrasted with respect to the values before castration by means of the "t" test analyzed in the SAS version 9.0; The results show that serum testosterone levels before castration in horses of the Remonta Mejorada breed was 31.36 ± 8.66 ng / dL, with a wide variation between individuals with extreme values of 18.11 ng / dL at 55.61 ng / dL; Likewise, serum testosterone levels were 29.03 ng / dL ($P > 0.05$) at twenty days, 21.17 ng / dL at forty days ($P \leq 0.05$), and sixty days 15.18 ng / dL ($P \leq 0.05$), with respect to the values before castration; it is concluded that castration has no effect on serum testosterone levels up to two months; however, a significant decrease is shown at 40 and 60 days with respect to the values before castration.

Key word: Equine, castration, testosterone, behavior.



CAPITULO I

INTRODUCCION

El Perú cuenta con una población de 1 260 219 équidos de las cuales 597 969 son caballos (*Equus caballus*) y la diferencia corresponde a burros y mulas (INEI, 2012). La población de caballos comprende caballos criollos o de crianza familiar que son utilizados como medio de transporte, en labores agrícolas, etc., y los caballos de raza dedicados a actividades deportivas o de exhibición, como el Caballo Peruano de Paso, de equitación, carrera, etc. Al igual que en otros países, el caballo cumple diversos roles en el aspecto social, pecuario y económico (Goodwin, 1999; Gordon, 2001).

Por su naturaleza, el caballo es muy nervioso, ya que los niveles de testosterona inquietan mucho al animal; éstas diferencias sexuales deberían desaparecer cuando el macho es castrado. Ello no siempre es así; pues la orquiectomía en los caballos tiene resultados muy variables. De hecho, en al menos un 30% de los caballos castrados continúan mostrando comportamiento sexual masculino, ya que pueden hacer el flehmen, montar y copular, incluso, pueden pelear con otros caballos (Trejos, 2009).

En cambio un caballo castrado es mucho más fácil de manejar, su comportamiento es más relajado con la reducción de testosterona. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que, aunque el caballo se relaje, cada uno tiene su carácter, por lo tanto, seguirá siendo de la manera que era antes de la castración. Desde el punto de vista zootécnico un caballo semental es aquel que no ha sido castrado; mantienen la misma conformación y fenotipo de su raza, pero dentro



de esa norma, la presencia de hormonas, como la testosterona puede dar caballos con un cuello más grueso, así como un físico algo más muscular en comparación con los equinos hembra (yeguas) y los machos castrados (capón). Su temperamento es muy variable, pero debido a su instinto como animales de manada, pueden ser propensos a un comportamiento agresivo, particularmente hacia otros sementales, y por lo tanto requieren manejo cuidadoso por los manipuladores expertos. Sin embargo, con la formación y la gestión adecuada, los sementales son atletas equinos eficaces en los niveles más altos de muchas disciplinas, incluyendo la competencia en carreras de caballos y deportes ecuestres (Hayes y Horace., 2002).

Un caballo castrado es aquel macho al cual se ha eliminado los testículos, esto facilita el manejo; debido a que los testículos son la fuente principal de la testosterona. Los caballos castrados tienen niveles de testosterona mucho más bajos que los potros o sementales intactos; y en cambio cuando el nivel de testosterona desciende pueden diferir de caballo a caballo. Por otro lado los caballos machos pueden ser castrados en cualquier momento de su vida, incluso de tan sólo tres semanas, según el " Manual de Veterinaria dueño del caballo. " Sin embargo, muchos criadores de caballos prefieren esperar hasta que el potro tenga al menos un año de edad (Zlotnik, 2003).

Se afirma que cuando un caballo es castrado a edad más avanzada, más testosterona estará en su sangre; y el tiempo que tomará para que él comience actuar más tranquilo será mucho después de la castración. Así por ejemplo, en un



caballo castrado a cuatro o más años de edad, el nivel de testosterona no se reducirá hasta por un año después del procedimiento (Galina, 2008).

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.1.1. Objetivo General

Evaluar los niveles séricos de testosterona pre y post castración en caballos de la raza remonta mejorada del cuartel del distrito de Pomata – Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar los niveles séricos de testosterona pre y post castración en caballos de la raza remonta mejorada del cuartel del distrito de Pomata – Puno.
- Evaluar los niveles séricos de testosterona a los 20,40 y 60 días después de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada del cuartel de Pomata - Puno.



CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Marco teorico.

2.1.1. Anatomia y fisiología reproductiva del macho

El sistema reproductor del semental es responsable del comportamiento sexual y las características sexuales secundarias (como una gran cresta) del semental. Los genitales externos comprenden: Los testículos, que están suspendidos horizontalmente dentro del escroto. Los testículos de un semental promedio son ovoides y de 8 centímetros a 12 centímetros de largo; El pene, con el prepucio. Los sementales tienen un pene vascular. Cuando no se encuentra erecto, es flácido y se contiene dentro el prepucio. El músculo retractor del pene en los caballos se encuentra relativamente subdesarrollado. La erección se realizan gradualmente, por el aumento de tumescencia del tejido vascular eréctil en el cuerpo cavernoso del pene (Charmandarian, et. al., 2013),

El escroto es el que está situado en los testículos y las partes adyacentes del cordón espermático, es un saco bilobulado que varía en forma, ubicación y apariencia según los animales, de acuerdo con la condición de su tejido muscular subcutáneo. El escroto está formado por capas que se corresponden con las de la pared abdominal y son desde afuera hacia adentro:

1. Piel: delgada, elástica, lisa, untuosa al tacto, con pelos finos y cortos (si los tuviese largos y gruesos habría una disfunción hormonal) y provista de



glándulas sebáceas y sudoríparas. Marcada centralmente por un rafe longitudinal. 2. Túnica Dartos: adherida a la piel, salvo en la porción superior. Formada por tejido fibroelástico y músculo liso. A lo largo del rafe forma el septum del escroto, que lo divide en dos bolsas. La piel escrotal y el dartos forman un órgano termorregulador para el testículo. En ambientes fríos, el dartos se contrae y empuja al testículo hacia el anillo inguinal, con el consiguiente arrugamiento del fondo del escroto. En ambientes templados, el dartos se relaja y deja al testículo en libertad dentro del escroto. 3. Fascia escrotal: deriva del músculo oblicuo abdominal. 4. Túnica Vaginal: saco seroso redondeado que se extiende a través del canal inguinal hasta el fondo del escroto. Está formada por dos capas: - Parietal – Visceral. La Capa Parietal reviste el escroto ventralmente, su parte tubular estrecha asienta en el canal inguinal y se continúa directamente con el peritoneo parietal del abdomen en el anillo inguinal profundo. La Capa Visceral forma también el mesorquio, cubre el cordón espermático, testículo y epidídimo. El músculo cremáster externo asienta sobre la parte caudal lateral de la túnica y se inserta en su parte escrotal (Galina, 2008).

El cordón espermático, comienza en el anillo inguinal profundo donde sus partes constituyentes se unen y se extiende a través del canal inguinal, pasa sobre el lado del pene y termina en el borde de inserción del testículo. Está formado por: Arteria testicular. Venas testiculares. Linfáticos. Plexo testicular (nervios autónomos). Conducto, arteria y vena deferentes. Haces de tejido muscular liso alrededor de los vasos (músculo cremáster interno). Capa



visceral de la túnica vaginal. Los primeros 4 constituyentes están reunidos en una masa redondeada que forma la parte craneal del cordón. Los otros 3 están más caudalmente en un pliegue derivado de la túnica (Boyle, 1992).

Estructura testicular, están rodeados por la túnica vaginal y por debajo, una cápsula fibrosa: Túnica Albugínea. De ella parten septos de tejido conectivo al interior del testículo. Estos septos se unen entre sí constituyendo el tejido intersticial testicular y formando el mediastino testicular. De esta manera el parénquima testicular queda dividido en lóbulos. El parénquima testicular está compuesto por túbulos seminíferos, revestidos de epitelio germinal, con una longitud de 5000 m, los cuales al corte transversal presentan en su membrana basal las Células de Sértoli, entre las cuales y en sus extremos dirigidos hacia la luz del tubo se colocan e insertan las células espermáticas en distintos estadios de desarrollo. Estos conductos desembocan en una malla: Rete Testis. De ésta parten los Conductos Eferentes (12 – 23 en equinos, 13 – 15 en bovinos, 14 – 21 en cerdos, 15 – 16 en perros). Mediante la confluencia de estos conductos eferentes se origina el Conducto Epidimal (epidídimo) dividido en cabeza, cuerpo y cola. La cola constituye finalmente el Conducto Deferente. En el tejido conectivo interlobular del testículo, están situadas células poligonales denominadas Células Intersticiales o de Leydig, que tienen un importante papel en el metabolismo de las células germinales y participan en la formación de hormonas (Galina, 2008).



2.1.2. Funciones de las células testiculares

Las Células de Sértoli nutren las espermatidas y actúan como sostén de las mismas; Poseen uniones entre sí (estrechas) que son la principal barrera de permeabilidad entre la sangre y testículo. A su vez estas uniones dividen los túbulos seminales en un compartimento basal y uno luminal. En períodos de abstinencia sexual pueden actuar como células fagocitarias en contra las propias espermatogonias, tienen capacidad para ayudar a transformar la testosterona en dihidrotestosterona. Colaboran en la secreción de un líquido nutriente especial que contiene hormonas (testosterona y estrógenos), enzimas y determinados metabolitos que tienen importancia en la maduración de los espermatozoides. La FSH se fija a las células de Sértoli y las induce a producir una proteína: ABP que se une a la testosterona y la introduce dentro de los túbulos seminíferos. Producen una hormona (inhibina) que inhibe la secreción de FSH. Pueden producir estrógenos. La función de las Células de Leydig, es síntesis y secreción de testosterona (Hoog, 2003).

El Descenso testicular, durante el mismo, la gónada emigra caudalmente desde su posición original, al lado de los riñones, hacia el anillo inguinal profundo. Después atraviesa la pared abdominal para emerger en el anillo inguinal superficial, completando su recorrido al descender al fondo del escroto. El descenso es precedido por la formación del proceso vaginal, que es un saco de peritoneo que se extiende de un lado a otro de la pared abdominal y encierra el ligamento testicular o gubernaculum, el descenso sigue la línea del mismo. Los andrógenos se utilizan para incitar el descenso



testicular y los estrógenos para inhibirlo; ya que este proceso está bajo control hormonal. La condición por la cual uno o los dos testículos no descienden se denomina criptorquidia. Es probable que se produzca por una alteración endocrina y que esté determinado genéticamente. Los machos presentan un impulso más o menos normal, pero son estériles (aspermia). Los testículos no ven satisfechas sus necesidades térmicas especiales (García et al., 2002).

La Termorregulación que para funcionar correctamente, los testículos de los mamíferos deben mantenerse a una temperatura menor que la del resto del cuerpo. En la piel escrotal hay receptores de temperatura que inducen respuestas que tienden a disminuir la temperatura corporal global y provocar jadeo y sudoración. Esta función reguladora está influenciada por andrógenos y no comienza hasta la pubertad. Los mecanismos implicados son: Sistema del enfriado contracorriente: La arteria testicular es una estructura contorneada arrollada, cuya base descansa en el polo craneal o dorsal testicular. Mide de 1,5 a 2 metros. Sus giros arteriales están rodeados por el plexo venoso pampiniforme. La sangre arterial que entra de los testículos es enfriada por la venosa que sale de ellos, disminuyendo la presión arterial. Ascenso y descenso testicular: en este mecanismo están involucrados la túnica dartos (escroto), y cremáster externo (cordón espermático). Exudación escrotal: para producir evaporación refrescante Jadeo: al disminuir la temperatura corporal, baja la temperatura testicular (Mc greevy, 2004).

La Barrera hematotesticular donde los túbulos seminíferos no son penetrados por vasos sanguíneos ni linfáticos. Las células germinales dentro



de ellos están protegidas contra cambios químicos por una barrera especializada con 2 componentes: 1) Células mioideas: en la membrana basal de los túbulos seminíferos se forma una capa incompleta de células contráctiles. 2) Zonas de adhesión: de células de Sertoli que es una barrera selectiva, para excluir ciertas sustancias y mantener concentraciones de otras (proteína fijadora de andrógenos (ABP), inhibina, etc.) (Meredith, 2013).

El epidídimo es el canal del epidídimo es la continuación de los conductos eferentes. Cada epidídimo está constituido por un solo conducto de hasta 0.45 metros de longitud, pero que tiene múltiples convoluciones, de tal forma que ocupa pocos centímetros. El epidídimo se adhiere al borde de inserción del testículo, y corre a lo largo de la cara externa del mismo. El epidídimo se divide anatómicamente entre partes: la cabeza, el cuerpo y la cola. La cabeza del epidídimo se localiza anteriormente al testículo y está adherida a éste por medio de los conductos eferentes, tejido conectivo y la membrana serosa. El cuerpo del epidídimo descansa dorso lateralmente al testículo, al que se une por tejido seroso que forma lateralmente un saco llamado seno del epidídimo. La cola del epidídimo se localiza posteriormente, y está unida al testículo por su ligamento propio. La cola del epidídimo se continúa con el conducto deferente (Zarco y Boeta, 2000).



2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Testículos.

Los testículos son dos glándulas de secreción mixta, responsables de la espermatogénesis y de la producción de las hormonas sexuales masculinas (andrógenos), razón por la cual forman parte del sistema endócrino (Galotta, 2009).

La túnica albugínea. tiene de 1 a 2 mm de espesor y esta compuestas por fibras de colágeno, la túnica albugínea mantiene bajo presión el parénquima testicular (Köning, 2005).

2.2.2. El escroto.

Es un saco cutáneo que en tamaño, forma y situación se adapta a los testículos que contiene (Martínez, 2006).

Piel es delgada, elástica, lisa y untuosa al tacto de color oscuro, tiene glándulas sebáceas, sudoríparas, con pelos diseminados (Martínez, 2006).

2.2.3. Dartos.

Está íntimamente adherido a la piel (con excepción de la parte superior), es de color rojizo, de tejido fibroelástico, con fibras musculares estriadas (Martínez, 2006).

2.2.4. Cremaster.

Se desprende del músculo oblicuo interno del abdomen y del músculo transverso del abdomen a la altura del anillo inguinal interno y cubre apenas



parcialmente el proceso vaginal. En su parte externa el musculo cremaster está cubierto por una delgada capa de tejido conectivo laxo, la fascia cremasterica (Köning, 2005).

2.2.5. La túnica vaginal común.

Es la capa superficial del peritoneo que tapiza internamente al escroto; la túnica vaginal propia es la capa profunda del peritoneo que cubre íntimamente a la albugínea del testículo, epidídimo y cordón espermático (Urroz, 2007).

2.2.6. La capa parietal.

Es la túnica vaginal (común y propia), saco fibroso proveniente del peritoneo parietal abdominal, nace en el anillo inguinal interno (Martínez, 2006).

2.2.7. La cavidad vaginal.

Esta en comunicación con la cavidad peritoneal y por ese motivo se acumula en ella, al igual que en la cavidad peritoneal, una cantidad pequeña de líquido peritoneal que reduce a un mínimo el roce entre la pared y el contenido (Köning, 2005).



2.2.8. El Mesorquio o capa doble de peritoneo.

Es muy fina y mantiene unidas la capa visceral y parietal de la túnica vaginal (Urroz, 2007) y está compuesto por laminas adosadas que forman una “tela” transparente en la cual se observan los vasos (Martínez, 2006).

2.2.9. El epidídimo.

Es el eje mayor del testículo, adherido a uno de sus bordes. Se reconocen tres regiones anatómicas del epidídimo: cabeza, cuerpo o parte media y cola (Galotta, 2009).

2.2.10. El conducto deferente.

Es un conducto estrecho, regularmente cilíndrico, excepto en los últimos diez centímetros donde aumenta el espesor de sus paredes por la presencia de las glándulas ampulares, este último segmento se llama ampolla del conducto deferente (Galotta, 2009).

2.2.11. Cordón espermático.

Es la parte estrecha del proceso vaginal con forma de cuello de botella se encuentra el cordón espermático, que contiene vasos y nervios del testículo (Köning, 2005).

2.2.12. La testosterona.

Hormona del testículo es útil para determinar la madurez sexual (pubertad) en el macho (Martínez, 2006).



2.2.13. Castracion.

Extirpación quirúrgica de los testículos en animales machos (Köning, 2005).

2.2.14. Anestesia.

Es la pérdida total de las sensaciones en un área orgánica o en todo el organismo, generalmente inducida por un fármaco o fármacos que deprimen la actividad del tejido nervioso ya sea localmente (periférico) o general (central) (Muir, et al., 2007).

2.3. Castración en caballos.

Las castraciones en equinos es un procedimiento quirúrgico bastante frecuente, cuyo objetivo es la extirpación de los testículos. El fin de esta práctica está indicada cuando hay existencia de patologías testiculares o de alguna estructura vinculada, a animales de mal temperamento y que deseamos que sean más sumisos en su manejo, cuando no pretendemos que sean reproductores o cuando existen problemas de enfermedades de transmisión sexual. Esta técnica en decúbito lateral, es por lo general la forma más usada en el campo y en la mayor parte de los casos, los caballos son castrados alrededor de los 2 años de edad (Martínez, 2015).

Los caballos pueden ser castrados a cualquier edad. Los potros desde un día de edad y hasta los 20 años para sementales. Aunque ambas situaciones extremas fueron las situaciones de emergencia donde los



caballos desarrollaron hernias del escroto (el intestino delgado tenía hernia o protrusión a la bolsa escrotal), todos se recuperaron bien. La mayoría de los veterinarios estarán de acuerdo en que los caballos castrados a una edad temprana (menos de un año de edad) es lo ideal. Los caballos a esa edad tienen testículos más pequeños, y son más fáciles de quitar porque tienen menos posibilidades de sangrar gravemente, en el post-operatorio (Muñoz, et al., 2016).

La castración consiste en la eliminación de las gónadas con el objeto de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales. La castración tiene como objetivos: - Esterilidad permanente. - Ausencia de la manifestación de los caracteres sexuales secundarios. - Mejorar la aptitud para el engorde y la calidad de la carne por el mayor depósito de grasa. - Pérdida o reducción de la libido (ausencia de apetito sexual). - Modificaciones síquicas: temperamento del animal más tranquilo, por la falta de las hormonas sexuales. - Disminución del metabolismo basal. - Menor agresividad. Sin embargo, la castración es una de las medidas de manejo más estresante para el ganado, en donde el animal macho puede ser castrado mediante procedimientos cruentos o incruentos. Los métodos cruentos son aquellos que producen pérdida de sangre debido al uso de instrumentos cortantes, como por ejemplo, el bisturí o cuchillo; mientras que los procedimientos incruentos son aquellos que no producen sangrado. Durante el estrés se produce un incremento en los niveles sanguíneos de



cortisol, una hormona con propiedades inmunosupresivas que predispone a enfermedades infecciosas. (Bretschneider, 2009) (Bavera y Peñafort, 2006).

2.4. Testosterona.

La testosterona es un esteroide producido por las células intersticiales de Leydig de los testículos. Una pequeña cantidad lo producen las cortezas adrenales. Entre las funciones se encuentran: estimular la espermatogénesis y prolonga la vida de los espermatozoides epididimarios; promover el crecimiento, desarrollo y actividad secretoria de los órganos sexuales accesorios del macho, como próstata, glándulas vesiculares, glándula bulbo uretral, conducto deferente y genitales externos pene y escroto; es responsable del mantenimiento de las características sexuales secundarias y del comportamiento sexual o libido del macho (Hafez y Hafez, 2002).

Ademas la testosterona cumple otra variedad de funciones como las acciones sexuales. En resumen, la testosterona produce los siguientes efectos sobre los órganos sexuales primarios: promueve el crecimiento del escroto, pene y glándulas secretorias sexuales; aumenta el peso y crecimiento testicular; estimula la espermatogénesis en los túbulos seminíferos; incrementa la libido. Además, la testosterona produce los siguientes efectos sobre las características sexuales secundarias: incremento de la masa muscular (acción anabólica); proliferación de las glándulas sebáceas, engrosamiento de la piel; hipertrofia de la laringe; distribución pilosa; aumento del ritmo de crecimiento de los huesos largos en



la pubertad, y aumento de estatura; cierre de las placas epifisarias y cartílago de conjunción; comportamiento más agresivo y mayor vigor físico y muscular que la hembra.

Estas acciones anabólicas son también evidentes en otros órganos y sistemas: hígado, riñón, corazón, médula ósea, etc. Acciones sobre la hipófisis: Por retroalimentación negativa la testosterona inhiben la secreción de las gonadotrofinas hipofisarias, en el hipotálamo inhiben la producción de los factores de liberación de gonadotrofinas hacia el sistema portal hipotálamo hipofisario. Acciones metabólicas: Los andrógenos y la testosterona producen en general efectos anabólicos y de tipo mineralo corticoide: Aumento de la síntesis de proteínas. Incremento de la retención de nitrógeno y balance de nitrógeno positivo. Acción miotrófica: Aumento de la masa muscular. Aumento de la estatura corporal: Efecto sobre huesos largos. Aumento del peso corporal. Retención de sodio, cloro y agua: acción mineralocorticoide. Retención de fósforo y potasio. Estímulo de la eritropoyesis: Los efectos eritropoyéticos de los andrógenos son plenamente conocidos. La concentración de hemoglobina es habitualmente mayor en el macho adulto que en las hembras y animales jóvenes (Malgor y Valsecia, 2000).

Es de importancia destacar que tanto la testosterona como el cortisol, la aldosterona y la estrona se sintetizan a partir del colesterol, molécula que bajo la acción de la hormona Adrenocor-ticotrópica (ACTH) se transforma en pregnenolona; ésta a su vez, después de varios pasos en los cuales se



incluyen algunas hidroxilaciones, origina dichas hormonas esferoidales. La testosterona se produce en testículos y células de la granulosa, como también en glándulas suprarrenales de machos y hembras Su vida es de 3 a 4 horas en sangre y cualquier aumento en su concentración puede durar hasta 30 minutos. Esta hormona influye en el comportamiento más agresivo de los machos no castrados, en la producción de glóbulos rojos, el grosor de los huesos, el almacenamiento de glucógeno en el músculo y la síntesis de proteínas en el mismo, además de su efecto condroprotector y su relación con la fuerza muscular. También aumenta la deposición de proteína en los tejidos, incrementando las proteínas contráctiles del músculo (Evans et al., 1985) y actúa como reguladora de la actividad genética. La testosterona, así como el cortisol, juega un papel muy importante en el metabolismo de proteínas y carbohidratos; ambos son competidores antagonistas del receptor de glucocorticoides a nivel muscular, ejerciendo la testosterona efectos anabólicos mientras que el cortisol tiene efectos catabólicos. En lo que concierne a la relación entre las dos hormonas, se debe destacar que altos niveles de cortisol después del ejercicio, pueden atenuar la respuesta a las hormonas testosterona e insulina e inhibir la hormona de crecimiento (GH) y el crecimiento lineal, hecho que puede explicar el comportamiento de la concentración de testosterona ante la diferencia significativa que tuvo el cortisol en los dos momentos de la competencia. Igualmente, manifiestan que los altos niveles de cortisol podrían atenuar la expresión de la testosterona y además indican que las concentraciones de testosterona total en reposo



pueden disminuir durante un entrenamiento de resistencia de alta intensidad (Mc greevy, 2004).

Es importante señalar que la testosterona además, es una hormona que regula la eritropoyesis y la ventilación, podría estar asociada con los procesos de aclimatación y adaptación a la altura, la testosterona se incrementa en la exposición aguda en la altura y en los nativos de altura (Gonzales, 2011), lo que mostraría la mejor adaptabilidad de algunos individuos respecto a otros.

La testosterona es la hormona sexual masculina y juega un papel muy importante en la organización cerebral necesaria para el desarrollo y la conducta sexual tal como refiere Janowsky (2006). Existen antecedentes que señalan que la testosterona afecta el comportamiento de los animales, ya que posee un efecto tanto ansiolítico como analgésico sobre la conducta de ratas, ratones, perros y humanos tal como reportan Justel, Bentosela & Mustaca (en prensa).

Sobre el particular existen diferentes formas de estudiar la influencia de la testosterona sobre la emoción y la cognición, como el estudio de la conducta sexual directa (Fernández-Guasti, Roldán- Roldán & Saldívar, 1989; Freidin, Kamenetzky & Mustaca, 2005), la administración tanto periférica como intracerebral de la testosterona y de sus metabolitos (Aikey, Nyby, Anmuth & James, 2002; Edinger & Frye, 2007) y el efecto de la depleción de la testosterona, ya sea por la castración de los animales o por la administración de antagonistas (Edinger & Frye, 2004; Fernández-Guasti & Martínez-Mota, 2005).



2.5. Manejo reproductivo

Los equinos están considerados como la especie que posee la menor eficiencia reproductiva entre los animales de interés productivo (Godoy, 1982), situación que sería el reflejo del manejo reproductivo rígido al que es sometida esta especie. Esto ratificaría cuán importante es mejorar la selección reproductiva, tanto de yeguas como de potros (Palmer, 1978).

La evaluación de la fertilidad potencial y la calificación reproductiva del potro son fundamentales para la obtención de resultados satisfactorios, en términos de yeguas preñadas, en el programa de crianza equina, considerando que el padrillo aporta el 50% del material genético requerido para tal objetivo (Caudle y Fayrer–Hosken, 1989).

Dowsett (1988) y Caudle y Fayrer–Hosken (1989) señalan que aquellos potros a los cuales se pretende incorporaran un programa reproductivo (monta directa o inseminación artificial), deberían previamente ser objeto de un acucioso examen físico, además de los siguientes exámenes especiales como el examen clínico genital, comportamiento sexual y evaluación Seminal

Una vez realizados todos estos exámenes, se podría hacer la calificación de la capacidad reproductiva del semental. Se describen tres categorías para la calificación del potro: Satisfactoria, Cuestionable e Insatisfactoria (Caudle y Fayrer–Hosken, 1989).



Los exámenes especiales del reproductor están orientados a la detección de aquellos potros con alteraciones de la fertilidad (impotencia coeundi e impotencia generandi), alteraciones de la lívido e infecciones genitales. Al considerar esta situación, es recomendable la realización de exámenes seriados para confirmar o descartar la calificación inicial y así decidir el futuro del potro (Dowsett, 1988).

2.6. Antecedentes.

Reinartz y Echeverri (2007) realizaron una investigación en seis caballos adultos entre cinco y nueve años de la raza PSI de los comuneros del municipio de Guarne (Antioquia, Colombia) en condiciones similares de salud, entrenamiento, alojamiento y alimentación, los resultados mostraron una concentración de testosterona de 47,92 ng/dL con variaciones de 7,06 a 22,80 ng/dL y sometidos a ejercicio esta disminuyó a 26,56 ng/dL.

Cattelan et al. (2004), realizaron un trabajo de investigación en seis caballos, donde se dosaron los niveles séricos de testosterona por el método de radioinmunoensayo, siendo la media general de 6,00 ng/dL con valores extremos de 4,40 ng/dL a 10,00 ng/dL.

Gonzales (2011) quien estableció que los niveles séricos de testosterona en caballos entrenados para deportes son de 25,00 ng/dL a 102,00 ng/dL, siendo menores en individuos obesos o con dislipidemia, ya que el tejido graso transforma la testosterona en estradiol pudiendo provocar déficit de testosterona.



Izquierdo et al. (1999) quienes con el objeto de maximizar la eficiencia reproductora en sementales de Pura Raza Española, determinaron la ritmicidad circadiana en la secreción de testosterona, en dos épocas distintas del año, obtuvieron muestras de sangre por punción de la vena yugular, cada tres horas, durante un total de veintisiete, en nueve sementales de Pura Raza Española en los meses de junio y noviembre. Las concentraciones de testosterona determinadas mediante enzimoimmunoanálisis de competición, seguían un ritmo circadiano durante el mes de noviembre. Las características del ritmo, como la media ajustada al ritmo (MESOR) fueron de $13,70 \pm 7,00$ ng/dL, ocurriendo la mayoría de los valores máximos (acrofase) a las 16:08. Durante el mes de junio se observó un patrón similar con valores máximos aproximadamente a la misma hora, siendo el MESOR de $22,50 \pm 17,00$ ng/dL.

Evans et al. (1985) quienes sostienen que el entrenamiento no tiene mejor efecto en las concentraciones hormonales en yeguas y machos castrados. Tampoco parece influir la edad, ya que a pesar de que todos animales eran adultos se hizo impredecible la variación de la concentración de la hormona en cuestión.

De igual manera acontece con el nivel de entrenamiento; todos los animales evaluados en este trabajo han sido entrenados durante años para este tipo de competencia y como bien se puede observar esto no tuvo un efecto diferencial entre los individuos, en esta oportunidad y bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo esta investigación, las pruebas



estadísticas indican que la concentración sérica de testosterona no se vio afectada por el ejercicio intenso (Galtier, 2010).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio fue realizado en el cuartel de Pomata, perteneciente a la región Puno que está ubicada en la sierra sudeste del país, en la meseta de El Collao a: $13^{\circ}66'00''$ y $17^{\circ}17'30''$ de latitud Sur y los $71^{\circ}06'57''$ y $68^{\circ}48'46''$ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich limita por el sur con la región Tacna, por el este con la república de Bolivia y por el oeste, con las regiones de cusco, Arequipa y Moquegua; durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 0°C a 17°C y rara vez baja a menos de -2°C o sube a más de 20°C . La Región Puno se encuentra en el altiplano entre los 3,812 y 5,500 msnm y entre la ceja de selva y la selva alta entre los 4,200 y 500 msnm. Cabe mencionar que la capital del departamento es la ciudad de Puno y está ubicada a orillas del lago Titicaca, el clima general corresponde al tipo semi seco y frío, con estaciones de otoño e invierno carentes de lluvias y sin cambio térmico invernal definido, sin embargo es posible establecer cuatro variantes climáticas que si bien no se diferencian grandemente, adquieren una gran importancia dentro del patrón climático en general (SENAMHI, 2016)

3.2. Animales de estudio



En el estudio se utilizaron cuatro equinos machos adultos con cinco años de edad de la raza Remonta Mejorada pertenecientes al Regimiento de Caballería “MY RAZURI” N° 9 – Pomata; cabe mencionar que, dichos semovientes son utilizados para el deporte de equitación; los animales en mención fueron sometidos a examen clínico general y de comportamiento sexual.

3.3. Metodología

Antes de ser sometidos a la castración los caballos fueron evaluados clínicamente donde se dio mayor énfasis en el sistema cardiovascular y respiratorio, para ello se utilizaron los medios propedéuticos como son la inspección, palpación, percusión y auscultación, a fin de que los animales que fueron sometidos a castración estuvieron clínicamente sanos.

3.4. Muestreo de sangre antes de castración

1. Se identificaron cuatro caballos adultos de la raza Remonta Mejorada con cinco años de edad, los cuales presentaron características similares de salud, entrenamiento, alojamiento y alimentación.
2. Se sujetó debidamente al equino, utilizando un cabestro.
3. Luego se realizó la hemostasia en el tercio inferior del cuello del animal, esto fue mediante el uso del dedo pulgar.
4. Se efectuó la desinfección del área yugular mediante el uso del alcohol yodado al 3%.



5. Con la ayuda de una aguja Nro. 18 x 1.5 “ se realizó la venopunción en la vena yugular, para obtener aproximadamente 10 mL de sangre, los cuales fueron debidamente rotuladas.
6. Después de la obtención de sangre, se realizó la desinfección del área donde se realizó la venopunción, esto con alcohol yodado al 3%.
7. La sangre obtenida fue conservada en cajas de tecnopor con geles de hielo hasta ser transportados al laboratorio, en ella se realizó la centrifugación a 3000 rpm por el lapso de 5 minutos a fin de obtener el suero.
8. Se hizo la decantación del suero en los viales debidamente rotulados y esto fueron conservados bajo congelación hasta su posterior análisis de la testosterona sérica.
9. Los viales con el suero sanguíneo de los caballos fueron remitidos al Laboratorio de la Clínica las Kalas de la ciudad de Puno para su análisis respectivo de la testosterona.

3.5. Castración de los caballos

Para la castración de los caballos se siguieron los siguientes pasos:

1. Se procedió al cálculo de las dosis de las drogas: para la xilacina se administró 0.95 mg/kpv para la ketamina en dosis de 2.2. mg/kpv y para el diazepam en dosis de 0.2 mg/kpv.
2. Se realizó la sujeción debida del caballo mediante el cabestro y se hizo la hemostasia en el tercio posterior del cuello, luego se administró la dosis calculada de la xilacina por vía intravenosa en forma lenta.



3. Se esperó 5 min y luego se realizó la administración por vía intravenosas de la combinación de la ketamina en forma lenta.
4. El animal se postro en forma muy lenta, en ese proceso se hizo la sujeción de los miembros posteriores, para efectuar la desinfección del escroto y zonas aledañas con alcohol yodado al 5%.
5. Se realizó la incisión de piel tejido subcutáneo con la ayuda del bisturí, luego se realizó la incisión de la túnica dartos para continuar con la túnica vaginal, exteriorizándose el testículo y se procedió a realizar la ligadura de la zona vascular con hilo reabsorbible.
6. Se procedió a realizar el pinzamiento por debajo de la ligadura y se secciono la porción del testículo para su exceresis y se retiró las pinzas y se procedió a realizar la aplicación de un antiséptico.
7. Luego se logró que el animal se ponga en estación de pie y se le administró un antibiótico y analgésicos, además se procuró que descanse adecuadamente en un ambiente cómodo y limpio, y que comience con paseos rutinarios.

3.6. Muestreo de sangre post castración

A cada animal castrado se le tomo una muestra de sangre sin anticoagulante (10 mL) por punción yugular en la mañana estando en ayuno el animal a los 20, 40 y 60 días post castración, y estas muestras de sangre con suero sanguíneo se refrigeraron y fueron transportadas el mismo día al laboratorio Las Kalas de la ciudad de Puno, donde fueron procesadas.



3.7. Método de análisis de testosterona.

La concentración de testosterona se realizó mediante el ensayo INMULITE/INMULITE 100, es un inmunoensayo competitivo de fase sólida que utiliza la tecnología de quimioluminiscencia, se basa en el principio de emisión de energía luminosa a través de una reacción química (Enzima - Sustrato).

3.8. Método de investigación.

De acuerdo a la fundamentación filosófica el presente estudio tiene un enfoque cualitativo, debido que a través de las técnicas cuantitativas se pueden realizar descripciones de las características de las variables del problema.

El tipo de investigación es exploratoria debido a que permite examinar, indagar en forma directa la realidad del problema de forma efectiva a través de conocimientos de investigación científica. Además de ser una investigación descriptiva que permite aclarar y comprender la información recolectada del objeto de estudio.

3.9. Análisis estadístico

3.9.1. Estadística descriptiva

Para la descripción de la variable respuesta se utilizó las medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variabilidad).



3.9.2. Estadística inferencial

Los datos fueron transformados a valores logarítmicos y analizados mediante la prueba de “t” para muestras pareadas, para el análisis estadístico se utilizó el software SAS versión 9,2.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Niveles séricos de testosterona antes y pos castración.

Los resultados de los niveles séricos de testosterona antes de la castración y a los 20, 40 y 60 días después de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada del cuartel de Pomata, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles séricos de testosterona antes de la castración y a los 20, 40 y 60 días post castración en caballos de la raza Remonta Mejorada (ng/dL)

Equino	Antes	20 días	40 días	60 días
Confortable	18,11	16,01	12,40	8,72
Cristal	19,67	14,03	11,07	7,56
Chester	55,61	44,56	39,05	29,42
Carmelo	32,04	29,51	22,14	15,03
Promedio ±EE	31,35 ± 8,66	29,03 ± 7,07	21,17 ± 6,45	15,18 ± 5,02

Los niveles séricos de testosterona antes de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada fue de $31,36 \pm 8,66$ ng/dL, con valores extremos de 18,11 ng/dL a 55,61 ng/dL; contrastados con los resultados reportados por Reinartz y Echeverri (2007) en seis caballos adultos entre cinco y nueve años de la raza PSI de los comuneros del municipio de Guarne (Antioquia, Colombia) en condiciones similares de salud, entrenamiento, alojamiento y alimentación, los resultados mostraron una concentración de testosterona de 47,92 ng/dL con variaciones de 7,06 a 22,80 ng/dL y sometidos a ejercicio esta disminuyo a 26,55 ng/dL; de acuerdo



a los resultados, se puede observar que las concentraciones de testosterona se mostraron altamente variables entre los individuos, debido a que la raza Pura Sangre Ingles son animales de sangre caliente con temparemento hiperactivo propio de dicha raza, por tal motivo son utilizados en carreras; asi mismo, se puede observar que dichos animales después de la carrera, sus niveles de testosterona bajan (26.55 ng/dL), debido a que altos niveles de cortisol después del ejercicio, pueden atenuar la respuesta a las hormonas testosterona, hecho que puede explicar el comportamiento de la concentración de testosterona ante la diferencia significativa que tuvo el cortisol en los dos momentos de la competencia. Igualmente, manifiestan que los altos niveles de cortisol podrían atenuar la expresión de la testosterona y además indican que las concentraciones de testosterona total en reposo pueden disminuir durante un entrenamiento de resistencia de alta intensidad, lo cual concuerda con estos resultados, es de importancia destacar que tanto la testosterona como el cortisol, la aldosterona y la estrona se sintetizan a partir del colesterol, molécula que bajo la acción de la hormona Adrenocor-ticotrópica (ACTH) se transforma en pregnenolona que origina dichas hormonas esferoidales como es la testosterona, estando de acuerdo con lo que manifiesta Mc greevy, (2004).

Tambien Cattelan et al. (2004), quienes en seis caballos se dosaron los niveles séricos de testosterona por el método de radioinmunoensayo, siendo la media general de 6,00 ng/dL con valores extremos de 4,40 ng/dL a 10,00 ng/dL; que comparados con los resultados del presente estudio son menores, esta diferencia se deberia a que, la testosterona se incrementa en la exposición a la



altura; asimismo la testosterona regula la eritropoyesis incrementando la concentración de hemoglobina y esto mejora la capacidad de transporte de oxígeno y la ventilación, podría estar asociada a los procesos de aclimatación y adaptación a la altura; por tal motivo se encontraron diferencias en los valores obtenidos, probablemente estas sean las causas de estas variaciones con el presente estudio, además la testosterona es una hormona que regula la eritropoyesis y la ventilación, y podría estar asociada con los procesos de aclimatación y adaptación a la altura, por lo que este autor concluye que la testosterona se incrementa en la exposición aguda en la altura y en los nativos de altura (Malgor y Valsecia, 1985).

Así mismo, los resultados del presente estudio se encuentran dentro de los reportados por Gonzales (2011) quien estableció que los niveles séricos de testosterona en caballos entrenados para deportes son de 25,00 ng/dL a 102,00 ng/dL; esto se debería a que los animales de la Raza Remonta Mejorada, se encontraban enteros y la producción de testosterona eran normales y por el trabajo que realizan (equitación) no presentaban obesidad en su condición corporal; asimismo cabe mencionar que, la testosterona tiene efecto anabólico, ya que provoca un incremento en la formación de proteínas especialmente en huesos y músculos, por ende se ve aumentada la masa muscular y la fuerza. De forma indirecta también estimula la liberación de GH, quien es responsable de la síntesis proteica y procesos de incremento de masa muscular (Evans et al., 1985).

Izquierdo, et. al. (1999) quienes con el objeto de maximizar la eficiencia reproductora en nueve sementales de Pura Raza Española, determinaron la ritmicidad circadiana en la secreción de testosterona en los meses de junio y



noviembre. Las concentraciones de testosterona durante el mes de noviembre fueron de $13,70 \pm 7,00$ ng/dL y durante el mes de junio siendo de $22,50 \pm 17,00$ ng/dL. Las diferencias entre las concentraciones hormonales de junio y noviembre resultaron estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), siendo las concentraciones de junio mayores que las de noviembre; asimismo, comparandos con los resultados del presente trabajo de investigación, se pudo determinar que los resultados reportados por Izquierdo, et al. (1999) en el mes de junio son ligeramente superiores a los datos reportados en el presente trabajo de investigación, debido que ambas muestras de sangre fueron tomadas en épocas en donde existe mayor presencia de luz durante el día (fotoperiodo) estando de acorde con la determinación de la ritmicidad circadiana en la secreción de testosterona, en dos épocas distintas del año, que a nuestro criterio probablemente influya la presencia de la luz durante el día (Sarkar, 2003).

4.2. Niveles séricos de testosterona post castración.

Los niveles séricos de testosterona disminuye numéricamente a los veinte días (29,03 ng/dL) sin diferencia estadística ($P > 0,05$); sin embargo, a los cuarenta (21,17 ng/dL) y sesenta días (15,18 ng/dL) los valores disminuyen con diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$), tal como se muestra en la figura 1.

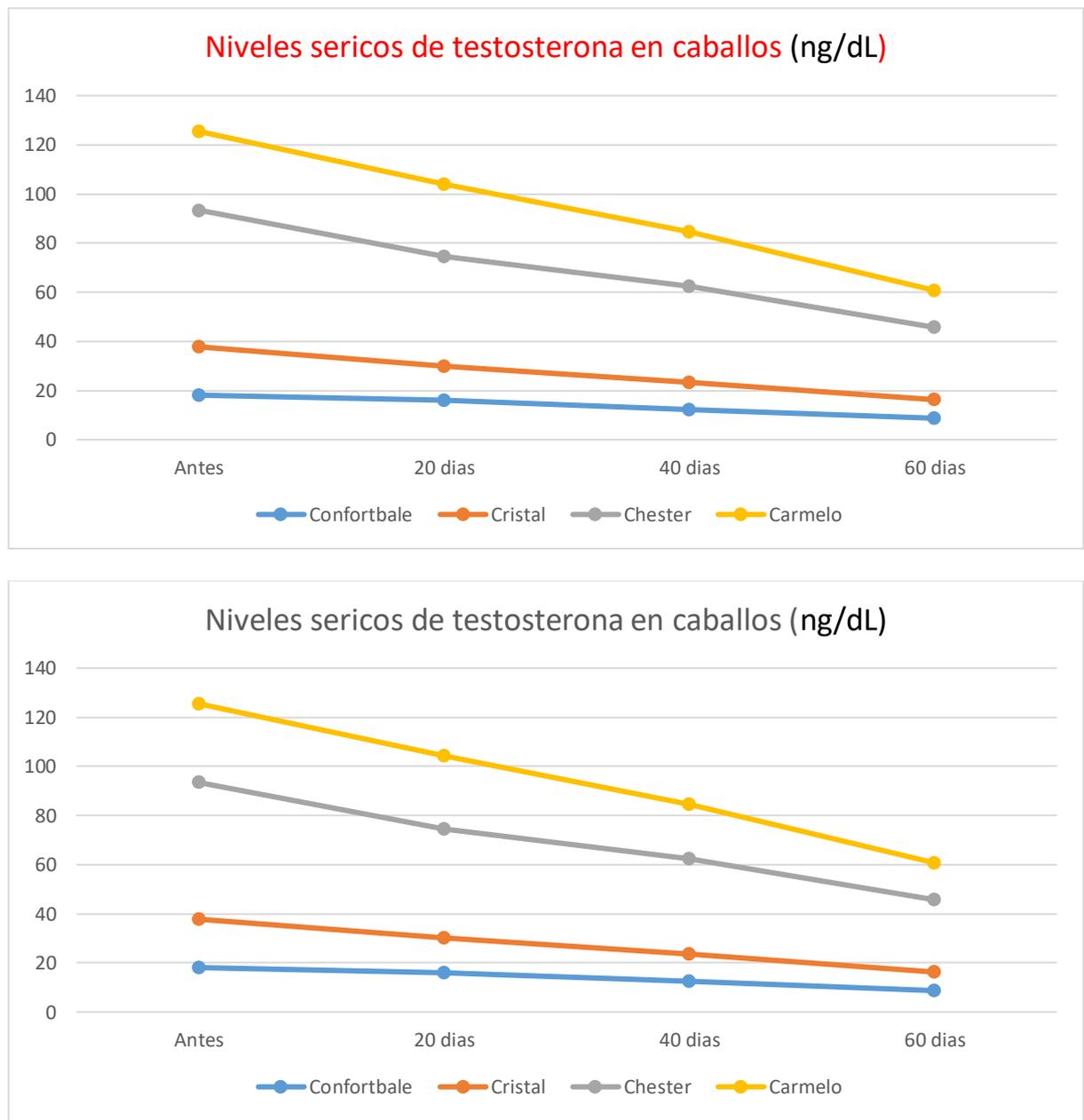


Figura 1. Variación de los niveles séricos de testosterona antes y pos castración en caballos.

Bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo esta investigación, las pruebas estadísticas indican que la concentración sérica de testosterona no se vio afectada hasta los sesenta días post castración, dada que la testosterona es una hormona del grupo de los andrógenos y es secretada mayoritariamente por los testículos; sin embargo, también por las glándulas suprarrenales, la mayor parte



viaja unido a varias proteínas plasmáticas, principalmente la globulina transportadora de hormonas sexuales y en menor medida a la albumina; la fracción biológicamente activa comprende la hormona unida a la albumina y que se encuentra libre en el plasma en solo de 1 al 2%; por lo tanto, la no diferencia estadística tal vez por un mecanismo de compensación las suprarrenales incrementan su síntesis tal como refiere (Arrieta, 2008).

Sobre el particular, el caballo es la única especie debido a que los túbulos seminíferos del epidídimo también producen testosterona en grandes cantidades, los criadores de caballos conocen desde hace siglos que si parte del epidídimo se deja adherido al conducto deferente cuando se castra, el animal dará la apariencia y se comportara como garañón debido a la producción de andrógenos por el epidídimo remanente tal como afirma (Reeves, 1987).

Ademas, la castración se acompaña de progresivos cambios en prácticamente todo el eje endocrino, es un proceso gradual con grandes variaciones individuales. En este estudio se corroboran, los cambios hormonales previamente descritos. Estos tienen lugar a nivel del sistema hipofisario y adrenal, originando un descenso progresivo de los andrógenos y una elevación compensadora de las gonadotrofinas tal como menciona (Harman et al., 2001).

La testosterona plasmática desciende en el presente estudio pero con grandes diferencias interindividuales (figura 1). Este descenso de los niveles de testosterona, fundamentalmente provoca, que los niveles de LH estén incrementados aunque en ocasiones esto no ocurre o es insuficiente para compensar el descenso de testosterona, también se observa un incremento de la



FSH, al no haber las células de Sertoli, el reflejo bioquímico es la disminución de los niveles de inhibina y la consiguiente elevación de la FSH tal como reporta (Martínez, 2006). Cabe indicar que la castración consiste en la eliminación de las gónadas con el objeto de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales (Bretschneider, 2009) y la testosterona es un esteroide producido por las células intersticiales de Leydig de los testículos y al extirpar los testículos mediante la castración, se debe considerar que una pequeña cantidad lo producen las cortezas adrenales pero esta mínima cantidad no es responsable del mantenimiento de las características sexuales secundarias y del comportamiento sexual o libido del macho (Hafez y Hafez, 2002), es por ello que al no existir las gónadas en el animal la testosterona disminuye, que después de la castración aun permanece parte de la hormona en el organismo del animal que esta se metaboliza paulatinamente al transcurrir el tiempo, esto es lo que demuestra la investigación realizada en los caballos.

Cabe indicar que existen diferentes formas de estudiar la influencia de la testosterona sobre la emoción y la cognición en los animales, como el estudio de la conducta sexual directa en el caballo tal como lo manifiesta Fernández-Guasti, Roldán- Roldán & Saldívar, (1989); Freidin, Kamenetzky & Mustaca, (2005) y el efecto de la depleción de la testosterona, ya sea por la castración de los animales o por la administración de antagonistas (Edinger & Frye, 2004; Fernández-Guasti & Martínez-Mota, 2005) influye notablemente en la conducta sexual del caballo por lo que la castración con la eliminación de las gónadas, se anula las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales, en ella se crea la esterilidad



permanente, con ausencia de la manifestación de los caracteres sexuales secundarios., mejora la aptitud para el engorde y la calidad de la carne por el mayor depósito de grasa, así mismo se presenta la pérdida o reducción de la libido (ausencia de apetito sexual) y dentro de las modificaciones físicas el temperamento del animal es más tranquilo, por la falta de las hormonas sexuales y por ende disminución del metabolismo basal, estando de acuerdo con lo que manifiesta (Bretschneider, 2009; Bavera y Peñafort, 2006), puesto que todas estas características se han observado en los animales que se sometieron a investigación, es por ello que a nuestro criterio la castración en los caballos es con el fin de buscar la docilidad en el animal, muy especialmente si se quiere para deporte.

Cuando el animal no está castrado y aun permanece los niveles de testosterona en el organismo del animal, esta hormona influye en el comportamiento más agresivo de los machos no castrados, el almacenamiento de glucógeno en el músculo y la síntesis de proteínas en el mismo, además de su efecto condroprotector tal como lo manifiesta Evans et al., (1985), pero a la ausencia de la testosterona en el organismo de los caballos por efecto de la castración, estos animales muestran docilidad y la agresividad disminuye notablemente lo cual hace que estos animales castrados sean de fácil manejo, y frente a la ausencia de testosterona el cortisol juega un papel muy importante en el metabolismo de proteínas y carbohidratos; que esta es un competidor antagonista del receptor de glucocorticoides a nivel muscular por lo que el cortisol tiene efectos catabólicos (Mc



greevy, 2004) de ahí el incremento de la masa muscular con infiltración grasa en los caballos castrados tal como se obtuvo en el presente estudio.



V. CONCLUSIONES

Los niveles séricos de testosterona antes de la castración en caballos de la raza Remonta Mejorada fue de $31,36 \pm 8,66$ ng/dL, con valores extremos de 18,11 ng/dL a 55,61 ng/dL lo cual demuestra una amplia variabilidad entre individuos.

La castración no tuvo efecto en los niveles séricos de testosterona hasta los 2 meses post castración (29,03 ng/dL) ($P > 0,05$); sin embargo, se muestra una disminución significativa ($P \leq 0,05$) a los 40 y 60 días post castración 21,17 ng/dL y 15,18 ng/dL respectivamente.



VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar la castración en caballos por que a partir de los 40 días post castración disminuye significativamente la testosterona que los hacen animales mas dóciles y de fácil manejo.

Los caballos de la raza Remonta Mejorada deben ser castrados por el método convencional puesto que son animales de deporte que muestran mayor docilidad y trabajo eficiente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aikey, J., Nyby, J., Anmuth, D. & James, P. 2002. Testosterone rapidly reduces anxiety in male house mice (*Mus Musculus*). *Hormones and Behavior* 42, 448-460.
- Arrieta, E. 2008. Medicion de niveles séricos de testosterona; comparación de EIA y RIA. *Revista del Colegio de Microbiologos y químicos clínicos de Costa Rica* Vol 14. N° 3 Jun-set 2008.
- Bavera, G. A., y C. Peñafort, 2006. Evaluación exterior de los signos de fertilidad y subfertilidad de un rodeo. *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*.
- Boyle, MS .1992. Artificial insemination in the horse *Annales de Zootechnie*, 41, 311-318.
- Bretschneider, G. 2009. Castración de terneros: tradición versus eficiencia. *REDVET Rev. electrón. vet.* Vol. 10, N° 7, Julio 2009. En <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709.html>
- Cattelan, W., D.G. Macoris, P.A. Barnabé, E.C. Urbinati, E.B. Malheiros. 2004. Criptorquismo em eqüinos: aspectos clínico-cirúrgicos e determinação da testosterona sérica. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.150-156, 2004
- Caudle, A.B. and Fayrer-Hosken, R.A. 1989. Stallion fertility evaluation. Part. I. *Equine Practice* 11(2):26–30.
- Charmandarian, M., Krupick. M., y Muñoz. G. 2013. Anatomía del Aparato Reproductor Masculino.
- Dowset, K.F. 1988. Reproductive evaluation of the stallion. *Equine Practice*. 10(2): 18–24
- Edinger, K. & Frye, C. 2004. Testosterone's analgesic, anxiolytic, and cognitive-enhancing effects may be due in part to actions of its 5 α -reduced metabolites in the hippo cam - pus. *Behavioral Neuroscience*, 118(6), 1352- 1364



- Edinger, K. & Frye, C. 2007. Androgens' effects to enhance learning may be mediated in part through actions at estrogen receptor β in the hippocampus. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 78-85.
- Evans, D.L. 1985. Cardiovascular Adaptation to Exercise and Training. *The Vet. Clin. of North America. Equine Practice* 1(3): 513-531.
- Fernández-Guasti, A. & Martínez-Mota, L. 2005. Anxiolytic-like actions of testosterone in the burying behavior test: Role of androgen and GABA-benzodiazepine receptors. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 762- 770.
- Galina, C. 2008. *Reproducción de Animales Domésticos 3ª Edición*. Limusa. México. pp. 43-57.
- Galotta, M.M.J. 2009. Anatomía del aparato reproductor del macho. www.fvet.uba.ar/areas/arch_anato/anatomia_2/anato_2_teorico_10.pdf
- Galtier V. R., 2010. Veterinaria del HVSM www.hvsmveterinario.com Ctra. M-104 Km.1,2 S. Agustín del Guadalix 28750 MADRID Tlf. 918 435 143- Fax 918 435 244
- García, A. A., Sumano H., Núñez E. 2002. Bases farmacológicas de la anestesia general endovenosa de corta duración en el equino. Departamento de Medicina en Equinos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Gonzales, G.F. 2011. Hemoglobina y testosterona: importancia en la aclimatación y adaptación a la altura *Rev Perú Med Exp Salud Publica*. 2011; 28(1): 92-100
- Goodwin D. 1999. The importance of ethology in understanding the behaviour of the horse. *Equine Vet J* 28: 15-19. doi: 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05150.x.
- Gordon J. 2001. The horse industry. Rural Industries Research & Development Corporation. [Internet]. Disponible en: <http://www.horsecouncil.org.au/ahic/index.cfm/topics/surveys/the-horse-industry-contributing-to-theaustralian-economy/> Gray, A., Feldman HA, McKinlay JB, Longcope C. 1991. Age, disease, and changing sex hormone levels in middle-aged men:



- results of the Massachusetts Male Aging Study. *J Clin Endocrinol Metab.* 1991;73(5):1016-1025
- Hafez, E. S. E. y Hafez B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima edición. McGraw Hill.
- Harman, SM., Metter EJ, Tobin JD, Pearson J, Blackman MR. 2001 Baltimore Longitudinal Study of Aging. Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men. *Baltimore Longitudinal Study of Aging. J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86(2):724-731.
- Hayes, H. 2002. Knightbridge, Roy. *Veterinary Notes for Horse Owners: New Revised Edition of the Standard Work for More Than 100 Years.* Simon and Schuster. p. 364. ISBN 978-0-7432-3419-1. Consultado el 3 de diciembre de 2013.
- Hoog, A. 2003. *Manual de comportamiento del caballo.* Ed. Omega.
- Izquierdo, A. Illera, J.C. Portela, A y Perez J.F. 1999. Testosterone circadian rhythm of Spanish pure breed stallions. Photoperiod influence From the journal *Medicina Veterinaria (España) ISSN : 0212-8292*
- Janowsky, J.S. 2006. Thinking with your gonads: testosterone and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 77-82.
- Justel, N., Bentosela, M. & Mustaca, A. (en prensa). Comportamiento sexual y ansiedad [Sexual behavior and anxiety]. *Revista Latinoamericana de Psicología.*
- Köning, H.E. Liebich H.G. 2005. *Anatomía de los animales domésticos.* Segunda edición. Editorial Médica Panamericana. Montevideo Uruguay.
- Malgor, L.A. y M.E. Valsecia. 2000. *Farmacología y endocrinología médica* (libro en 5 volúmenes. Disponible en <http://med.unne.edu.ar/posgrado/farmacologia/temasfarm.htm>.
- Martínez, M.R, 2006. *Emasculación en equinos.* Tesis. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Morelia Michoacán México.



- Martínez, S. 2015. Castración del Equino en derribo. Universidad de Las Américas, 1. Retrieved from <http://www.veterinaria-agronomia-udla.cl/portales/tp290d66e66p22/uploadImg/File/castracion-equino.pdf>
- Mc greevy, C. 2004. Hormonas de utilidad diagnostica en medicina veterinaria. Universidad Católica de Temuco FMV. Chile.
- Mc greevy, P. 2004. Equine behavior; a guide for veterinarians and equine scientists. Saunders.
- Meredith, R. 2013. Gender Issues: Training Stallions (en inglés). Consultado el 2 de diciembre 2013.
- Muir, W.W., Hubbell E.J., Bednarski M.R., Skarda T.R. 2007. Handbook of veterinary anesthesia. Fourth Edition. Editorial Mosby Elsevier. USA.
- Muñoz, A., Quintana, L., Morales, F., Ortiz, R., Cruces, J., y Ramos, F. 2016. Medición Testicular en Sementales de Raza Caballo Chileno Enteros y Castrados Unilateralmente. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.
- Reeves, P. 1087. Metodos de castración en los animales domesticos. British Journal of Venereal Diseases, 1974, 50:11-16.
- Reinartz, M, Echeverri, B. 2007. Efecto del estrés generado por el ejercicio de alto rendimiento sobre las concentraciones de cortisol y testosterona en caballos pura sangre inglés Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.Vol.60,No.2.p.3985-3999.2007
- Sarkar, A. 2003. Sexual Behaviour In Animals. Discovery Publishing House. ISBN 81-7141-746-9.
- Trejos, A. 2009. Manejo reproductivo de equinos. Tesis para optar Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Monografía. Universidad Agraria Autónoma San Antonio Narro. México.
- Urroz, M. C. 2007. Elementos de anatomía y fisiología animal. Editorial Universidad Estatal a Distancia EUED. San José, Costa Rica.



Zarco, L., Boeta, M. 2000. Reproducción Equina 3^a Edición. Academia de investigación en biología de la reproducción equina, A.C UNAM. México. pp. 132-137.

Zlotnik, A. 2003. La mente del caballo: su lenguaje. Neurología y comportamiento del caballo deportivo.

<http://www.agroparlamento.com/agroparlamento/notas.asp?n=2063>



ANEXOS

Anexo 1. Niveles séricos de testosterona en caballos machos antes y post castración (ng/dL).

Equino	Antes	20 días	40 días	60 días
Confortable	18,11	16,01	12,40	8,72
Cristal	19,67	14,03	11,07	7,56
Chester	55,61	44,56	39,05	29,42
Carmelo	32,04	29,51	22,14	15,03
Promedio	31,36	26,03	21,17	15,18
DS	17,33	14,14	12,90	10,04
CV	55,26	54,33	60,97	66,15
EE	8,66	7,07	6,45	5,02
Max	55,61	44,56	39,05	29,42
Min	18,11	14,03	11,07	7,56

Anexo 2: Prueba de t para muestras pareadas a los 20 días

Mean	Std Dev	Std Error	t Value	Pr > t
5.3300000	4.1266370	2.0633185	2.58	0.0816

Anexo 2: Prueba de t para muestras pareadas a los 40 días

Mean	Std Dev	Std Error	t Value	Pr > t
10.1925000	4.5920030	2.2960015	4.44	0.0213

Anexo 3: Prueba de t para muestras pareadas a los 60 días

Mean	Std Dev	Std Error	t Value	Pr > t
16.1750000	7.3837186	3.6918593	4.38	0.0220

TOMA DE MUESTRA DE SANGRE ANTES DE LA CASTRACION



APLICACIÓN DE ANESTESIA LOCAL (LIDOCAINA 2%) EN LA PIEL DEL ESCROTO



INCISION DEL ESCROTO



SEPARACION DE CONDUCTO DEFERENTE



HEMOSTASIA DE VASOS SANGUINEOS DEL CORDON ESPERMATICO



LIGADURA DE VASOS SANGUINEOS DEL CORDON ESPERMATICO



SEPARACION TOTAL DEL CORDON ESPERMATICO



CORTE DEL CORDON ESPERMATICO



LIMPIEZA DE LA ZONA INTERVENIDA



VERIFICACION QUE NO EXITA SANGRADO

