



Anatomía del Aparato Reproductor del Venado de Campo (*Ozotoceros bezoarticus*)

William Pérez

Tutor: Dr. Rodolfo Ungerfeld

PEDECIBA Biología

Subárea Zoología

2012

El presente trabajo incluye información de dos trabajos publicados y otros dos que han sido enviados a publicar:

- Pérez, W., Vazquez, N., Ungerfeld, R., 2012 Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) male genital organs. Enviado a publicación (Anexo 1)
- Pérez, W., N. Vazquez and R. Ungerfeld. 2012: Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) female genital organs. Enviado a publicación (Anexo 2)
- Ungerfeld, R., González-Pensado, S.X., Bielli, A., Villagrán, M., Olazabal, D., Pérez, W. 2008. Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): A review. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50:16 pp. (Anexo 3)
- Ungerfeld, R., González-Pensado, S.X., Villagrán, M., Bielli, A., Rossini, C., Morales, J., Pérez, W., Damián, J. P. 2010. Biología reproductiva del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). Libro publicado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República (CSIC – UDELAR) en base al Premio Nacional de Veterinaria (Academia Nacional de Veterinaria) 2009. (Anexo 4)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	8
INDICE DE FIGURAS.....	11
INDICE DE TABLAS.....	13
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Estudio de los rumiantes silvestres	14
1.2 Situación del Venado de Campo	15
1.3 Situación del Venado de Campo en Uruguay	17
1.4 Características de la especie	19
1.5 Importancia del conocimiento de la Anatomía del aparato reproductor y estado actual del conocimiento en el venado de campo	20
1.6 Anatomía reproductiva en los rumiantes domésticos y en cérvidos	21
2. OBJETIVOS DE LA TESIS	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1 Animales utilizados	31
3.2 Métodos de estudio <i>in situ</i>	32
3.3 Estudios <i>ex situ</i>	33
3.4 Nomenclatura	33
3.5 Estadística	33
4. ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS GENITALES FEMENINOS	34
4.1 RESULTADOS	34
4.2 DISCUSIÓN.....	46
4.3 CONCLUSIONES.....	53
5. ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS GENITALES MASCULINOS	54
5.1 RESULTADOS	54
5.2 DISCUSIÓN.....	64
5.3 CONCLUSIONES.....	71
6. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES	72
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
8. ANEXOS	89

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Rodolfo Ungerfeld, tutor de nuestro trabajo, que nos ha incentivado a estudiar los ciervos y nos ha ayudado mucho en la actividad científica en todos sus aspectos.
- A Noelia Vazquez, mi compañera de Área quien colaboró en las disecciones de venados.
- A los integrantes del Tribunal de Tesis, Dres. A. Bielli, D. Olazabal y R. Chávez, por las considerables mejoras e ideas sugeridas durante la revisión del manuscrito.
- Al Dr. Eduardo Martin que fue el único anatomista que nos ayudó en nuestro inicio y sigue siendo nuestra fuente de consulta permanente.
- Al Dr. Horst Erich König (Profesor de Anatomía en Leipzig y Viena) por la bibliografía aportada.
- A mi esposa Nathalia y a mi hijo Felipe.

RESUMEN

El conocimiento científico de los aspectos biológicos de las especies en peligro de extinción resulta fundamental al momento de establecer planes para evitar la extinción de una especie o para la recuperación de las poblaciones naturales. A pesar de esto, en muchas especies, incluyendo a los rumiantes autóctonos de nuestro país y de la región, existe una importante falta de información básica. La información disponible sobre la biología reproductiva del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) es muy escasa, no existiendo publicaciones sobre la anatomía de sus órganos reproductivos. Conocer la anatomía y la fisiología de la reproducción del venado de campo es importante para la implementación de un manejo reproductivo adecuado, y para aplicar biotecnologías reproductivas a la conservación de la especie. El objetivo general de la Tesis fue describir la anatomía del aparato reproductor del venado de campo. Se estudiaron mediante disección simple 27 hembras, 17 adultas y 10 prepuberales de aproximadamente un año de edad), y 10 machos que superaban el año de edad (considerados pospuberales). Se describió la morfología macroscópica, la conformación exterior e interior, la longitud, ancho, espesor y peso de todos los órganos del aparato reproductor de ambos sexos, la disposición topográfica de cada órgano, sus medios de fijación y sus relaciones. Se estudió y describió la irrigación arterial y venosa de los órganos reproductivos, lo que se comparó con la información de otras especies de rumiantes disponible en la literatura. La hembra presentó ovarios sumamente pequeños (situación que parece ser característica también en otros cérvidos): los ovarios en las hembras adultas sin cuerpo lúteo pesaban $0,22 \pm 0,02$ g el derecho y $0,20 \pm 0,01$ g el izquierdo, y ambos sumados representaban el $0,03 \pm 0,00$ % del peso corporal. Todos los cuerpos lúteos encontrados (n=6) estaban en el ovario derecho, pero además, en los

casos en que no había cuerpo lúteo presente, el ovario derecho tendió a ser más pesado que el izquierdo ($P=0,1$). Cuando no tenían cuerpo lúteo existió una relación significativa entre el peso corporal y el peso ovárico, en las hembras prepuberales ($R^2=0,49$; $P=0,02$), y en las hembras adultas sin cuerpo lúteo ($R^2=0,44$; $P=0,04$). No se observó la presencia de bolsa ovárica, las paredes del tracto reproductor eran estrechas y delgadas, y la presencia del ligamento intercornual fue inconstante. Únicamente se encontraron 6 carúnculas en los cuernos uterinos, lo que difiere de la cantidad cercana a 100 que presentan los rumiantes domésticos. A nivel del cérvix del útero se destacó la presencia de cuatro pliegues regulares, lo que no debería constituir ningún obstáculo para el pasaje de una sonda transcervical, a diferencia de lo que sucede en la oveja, posibilitando la inseminación artificial intrauterina. Más caudalmente no se observó divertículo suburetral ni glándulas vestibulares. En cuanto a la irrigación sanguínea se destacó la estrecha relación entre la arteria y la vena ovárica, lo que podría estar asociado al pasaje del factor luteolítico uterino desde la vena a la arteria ovárica, evitando su trayecto sistémico, tal como sucede en los rumiantes domésticos. En el macho, los testículos y su escroto se ubicaban en la región inguinal, muy cercanos a la pared abdominal, sin ser pendulosos como en los rumiantes domésticos, pero presentando un marcado desarrollo la túnica dartos del escroto. La cola del epidídimo tenía una porción desprendida del testículo y otra bien adherida a la extremidad caudata del mismo de donde surgía el conducto deferente. Los testículos pesaban $7,49 \pm 0,97$ g el derecho y $7,18 \pm 0,97$ g el izquierdo, pesando significativamente más el derecho ($P<0,002$). Existió una relación positiva entre el peso corporal y el peso de ambos testículos ($R^2 = 0,87$ $P < 0,0001$). Las glándulas genitales accesorias que estaban presentes fueron las glándulas ampollares, las glándulas vesiculares y la porción diseminada de la próstata. Había un gran desarrollo del músculo uretral, el pene fue

fibroelástico sin flexura sigmoidea ni proceso uretral evidentes, y los músculos retractores del pene fueron muy largos. Esta es la primera descripción anatómica completa del aparato reproductor del venado de campo. En síntesis, se concluyó que en el venado de campo existían una serie de diferencias anatómicas con lo descrito para los rumiantes domésticos que implican diferencias fisiológicas como ser el tamaño llamativamente menor de las gónadas, y un mayor desarrollo y actividad gonadal en el ovario y testículo derechos. En la hembra el cérvix incluía cuatro pliegues regulares. En la irrigación sanguínea se destacaba la estrecha relación entre la arteria y la vena ovárica. En el macho también existían diferencias notorias con lo descrito para los rumiantes domésticos, como la ubicación del escroto subinguinal, el marcado desarrollo de la túnica dartos, la disposición de la cola del epidídimo, el pene fibroelástico sin flexura sigmoidea ni proceso uretral evidentes, y sus largos músculos retractores. Las glándulas genitales accesorias presentaban muy poco desarrollo.

ABSTRACT

Scientific knowledge of endangered species is essential in order to establish programs to prevent the extinction or recovery of natural populations. Despite this, in many species, including autochthonous ruminants from our country and the region, there is a significant lack of basic information. The available information on the reproductive biology of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) is scarce, and we do not know publications regarding the anatomy of their reproductive organs. Knowledge of its reproductive anatomy and physiology is necessary to develop reproductive management strategies for conservation of the species, including reproductive biotechnologies. The overall objective of this thesis was to describe the reproductive anatomy of the *Ozotoceros bezoarticus*. Twenty females, 17 adult and 10 prepubertal approximately one year old, and 10 males exceeding one year of age (considered as postpubertal) were studied by gross dissection. The gross morphology, the external and internal conformation, length, width, thickness and weight of all reproductive organs of both sexes, the topographical layout of each organ, and its fixing means and their relationships were studied. The arterial and venous supply of the reproductive organs was also described and compared with information from other ruminant species available in the literature. The female ovaries were very small (similar to what was described in other cervids): the ovaries of adult females without corpora lutea weighed 0.22 ± 0.02 g (right ovary) and 0.20 ± 0.01 g (left ovary), and accounted for $0.03 \pm 0.01\%$ of body weight. All corpora lutea (n=6) were found in the right ovary, but in cases where no corpus luteum was present the right ovary tended to be heavier than the left (P=0.1). We did not observe the presence of an ovarian bursa, the walls of the reproductive tract were narrow and thin, and the presence of an intercornual ligament

was inconsistent. Only 6 caruncles were found in the uterine horn, which differs from the number of approximately 100 that present domestic ruminants. Four regular folds that were observed in the cervix of the uterus should not be an obstacle to the passage of a transcervical catheter, allowing intrauterine artificial insemination. More caudally there was no suburethral diverticulum or vestibular glands. The close relationship between the ovarian artery and vein could be associated with the passage of the uterine luteolytic factor from the vein into the ovarian artery, avoiding its systemic way, as happens in domestic ruminants. In males, the testicles and scrotum were located in the inguinal region, very close to the abdominal wall, not being pendulous as in domestic ruminants, but showing a marked development of the tunica dartos of the scrotum. The tail of the epididymis had a detached portion of the testicle and the other firmly attached to the tail extremity from which emerged the vas deferens. The testes weight was 7.49 ± 0.97 g the right and 7.18 ± 0.97 g the left ($P < 0.002$). The ampullary glands, vesicular glands and a small pars disseminata of the prostate were present. It also had a great development of the urethral muscle, the penis was fibroelastic with no evident sigmoid flexure, and the penis retractor muscles were very long. This is the first complete anatomic description of the reproductive system of the *Ozotoceros bezoarticus*. In summary, it was concluded the *Ozotoceros bezoarticus* presented a number of anatomical differences with the domestic ruminants that probably determine physiological differences, such as the strikingly smaller size of the gonads, and the greater development and activity of the right gonad. In the female the cervix included four regular folds. Blood supply highlighted the close relationship between the ovarian artery and vein. In males there were also notable differences as described for domestic ruminants, such as the subinguinal location of the scrotum, the marked development of the tunica dartos, the arrangement of the tail of the epididymis, the fibroelastic penis

without sigmoid flexure, and the length of the retractor muscles of the penis. The accessory genital glands were very little developed.

ÍNDICE DE FIGURAS

1: Distribución de las poblaciones de venado de campo en Uruguay.	18
2: Macho (izquierda) y hembras de venado de campo (derecha). ECFA, 2011	19
3: Cérvix uterino de oveja, incidido por su parte dorsal.....	23
4: Esquema del aparato reproductor del macho de <i>Cervus canadensis</i> . De Haigh, 2007.....	25
5: Vejiga, uretra y glándulas anexas de <i>Cervus canadensis</i> . De Haigh, 2007.....	26
6: Dibujo del tracto genital femenino del ciervo Padre David (Harrison y Hamilton, 1952).....	28
7: Vista dorsal del tracto genital aislado de la hembra del venado de campo.....	35
8: Peso de ambos ovarios y peso corporal de la hembra del venado de campo.....	38
9: Ovarios de venado de campo, con notorio cuerpo lúteo en el ovario derecho.....	38
10: Feto de venado de campo, placenta con sus cotiledones.....	40
11: Aparato reproductor de la hembra del venado de campo parcialmente incidido dorsalmente.....	41
12: Cérvix uterino de venado de campo incidido dorsalmente para mostrar los cuatro pliegues internos.....	42
13: Parte caudal incidida dorsalmente del tracto reproductor de la hembra de venado de campo.....	43
14: Ramas terminales de la aorta. Vista caudal de la parte dorsal de la cavidad abdominal y de la entrada de la pelvis de la hembra de venado de campo.....	44.
15: Vasos sanguíneos de la parte craneal del ligamento ancho del venado de campo.....	45
16: Vista ventral de la mayor parte del aparato reproductor de la cabra.....	49
17: Partes craneales del aparato reproductor de la oveja.....	50

18: Vista ventral de los órganos genitales del macho de <i>Ozotoceros bezoarticus</i>	54
19: Testículo y cordón espermático del venado de campo luego de disección de las envolturas testiculares.....	55
20: Peso del testículo y peso corporal del venado de campo.....	56
21: Testículo de venado de campo luego de disección de las envolturas testiculares..	58
22: Vista dorsal de las glándulas anexas del aparato reproductor del macho de venado de campo luego de su retirada de la cavidad pelviana con la vejiga y uretra.....	59
23: Vista dorsocaudal de las glándulas anexas del aparato reproductor del macho de venado de campo luego de su retirada de la cavidad pelviana con la vejiga y uretra..	59
24: Corte transversal de la parte media del cuerpo del pene.....	61
25: Vista ventral de la raíz del pene y parte proximal del cuerpo del pene del venado de campo.....	61
26: Vista ventral de la parte distal del pene y glande. MRP: Músculos retractores del pene.....	63
27: Extremidad distal del pene de carnero, cabra y toro.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

1: Peso de ovarios de hembras prepuberales de venado de campo.....	36
2: Peso de ovarios, dimensiones ováricas y volúmenes en hembras pospuberales sin cuerpo lúteo de hembra del venado de campo.....	36
3: Peso de ovarios, dimensiones ováricas y volúmenes en hembras pospuberales sin cuerpo lúteo de hembra del venado de campo.....	37
4: Peso y dimensiones testiculares del venado de campo.....	57

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Estudio de los rumiantes silvestres

El conocimiento científico de los aspectos biológicos de las especies en peligro de extinción resulta fundamental al momento de establecer planes que apunten a la recuperación de las poblaciones naturales. A pesar de esto, en muchas especies, incluyendo los rumiantes autóctonos de nuestro país y de la región, es frecuente la falta de información básica. Existen cerca de 200 especies de rumiantes salvajes (Nowak, 1999), la mayoría de los cuales son bóvidos y cérvidos. La población mundial de rumiantes salvajes es de aproximadamente 75,3 millones, con 44,6 millones de cérvidos y 29,1 millones de bóvidos (Hackmann y Spain, 2010). De acuerdo a su distribución en el registro fósil, los rumiantes vivientes de forma nativa se encontraban en todos los continentes excepto la Antártida y Oceanía, aunque actualmente la mayoría de las especies se encuentran en África y Eurasia (van Wieren, 1996). Mientras que los bóvidos y cérvidos se distribuyen en casi todo el mundo, el rango de las familias restantes es mucho más restringido. En América del Sur se encuentran cérvidos pero no bóvidos en estado silvestre.

Cervidae es una familia del Orden Artiodactyla, incluida en el Infraorden Pecora del Suborden Ruminantia. Todos los ciervos sudamericanos, además del género norteamericano *Odocoileus* y el europeo *Capreolus* forman parte de la subfamilia Odocoileinae. En Sudamérica existen 11 especies agrupadas en seis géneros. El venado de campo, también conocido como venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758), es la única especie del género *Ozotoceros* entre los seis géneros de ciervos hallados en Sudamérica. Anteriormente se ha utilizado el nombre genérico

Blastoceros (Fitzinger, 1860), pero el mismo no es utilizado actualmente pues puede generar confusión con Blastocerus (Wagner, 1844).

1.2 Situación del venado de campo

El venado de campo está considerado por la UICN (Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources) como una especie casi amenazada (González y Merino, 2008) con posibilidades de ingresar en la categoría de Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable en el futuro próximo.

Actualmente se encuentran poblaciones aisladas, ubicadas en el oeste, norte y centro de Argentina, este de Bolivia, centro y sur de Brasil, Paraguay y Uruguay (González y Merino, 2008). Era una especie muy extendida que ocupaba una amplia gama de hábitats abiertos, como praderas, pampas y la sabana brasileña conocida como el Cerrado, en el este de América del Sur, entre los 5 y 41° S (Cabrera 1943; Jackson 1987; Merino et al., 1997; González et al., 1998, 2002; González, 2004, Weber y González 2003). Sin embargo, el área ocupada por la especie se ha reducido drásticamente a menos del 1% de lo que era en 1900 (González et al., 1998). Antes del año 1800, la especie fue abundante en los pastizales de América del Sur (Wemmer, 1998). Los documentos del puerto de Buenos Aires muestran que entre 1860 y 1870 se enviaron más dos millones de pieles de venado de campo a Europa (Thornback y Jenkins, 1982).

La conversión del hábitat para la agricultura, la ganadería y la caza son una amenaza constante, y la especie está confinada a un paisaje dominado por humanos con parches del hábitat remanente. La fragmentación del hábitat (González, 2004) y la competencia con el ganado doméstico (Wemmer, 1998) son una amenaza grave para la subsistencia de la especie. Otras amenazas son la explotación excesiva de alimentos,

cueros, y el deporte, además de la depredación por perros asilvestrados, y posiblemente enfermedades transmitidas por los bovinos (Wemmer, 1998).

Las poblaciones actuales de venado de campo son pequeñas y muy aisladas (Jackson y Langguth, 1987; González et al., 1998, 2002). Las mayores poblaciones existentes se encuentran en Brasil, en el noreste del ecosistema del Cerrado, y en el Pantanal (Pinder, 1994). Recientemente fueron redescubiertas en el Sur de Brasil, dos pequeñas poblaciones, localizadas en el estado de Paraná estimada en menos de 100 individuos (Braga et al., 2005), y en Santa Catarina (Mazzolli y Benedet, 2009).

Hace dos siglos la población argentina era probablemente muy grande ya que estaban disponibles más de 500.000 km² de hábitat de pastizales. Sin embargo, hoy en día sólo quedan tres poblaciones pequeñas: Corrientes (Ituzaingó) con unos 170 individuos (Merino y Beccaceci, 1999), San Luis con 800 a 1.000 individuos (Merino et al 1997), y en la Provincia de Buenos Aires (costa de la Bahía de Samborombóm) con cerca de 200 individuos (Merino et al., 1997). En Santa Fe "Bajos Submeridionales", hay una pequeña población estimada en menos 50 individuos en una superficie de 23.000 ha (Pautasso y Peña, 2002; Pautasso et al., 2002).

En Bolivia se reportó hace unos años la existencia de pequeñas poblaciones (Anderson, 1985, 1993; Tarifa, 1993), pero no existe información sistematizada reciente sobre las mismas.

La taxonomía y sistemática de venado de campo se ha basado fundamentalmente en datos morfológicos. Cabrera (1943) describió las siguientes subespecies: *O. b. bezoarticus* que ocupa desde el este y centro de Brasil al sur de la Amazonia, entre la meseta de Mato Grosso y la parte alta del río San Francisco; *O. b. celer* que habitan en toda la pampa argentina de la costa del Atlántico hasta el pie de los Andes y hacia el sur

hasta el Río Negro; *O. b. leucogaster* que vive en el suroeste de Brasil, el sudeste de Bolivia, Paraguay y norte de Argentina.

1.3 Situación del Venado de Campo en Uruguay

El venado de campo es una especie autóctona del Uruguay que se encontraba ampliamente distribuida por todo el territorio nacional hasta principios del siglo XIX (Jackson y Langguth, 1987). En la actualidad existen sólo dos poblaciones en estado silvestre (Fig. 1), que a su vez revisten la enorme importancia de constituir cada una de ellas una subespecie endémica (González et al., 2002). Ambas subespecies fueron diferenciadas entre sí por características morfológicas y genéticas (González et al., 2002). En efecto, *O. b. uruguayensis* se halla únicamente en la localidad de Sierra de los Ajos (Departamento de Rocha), con una población estimada hace algunos años en 300 animales (Weber y González, 2003). La otra subespecie, *O. b. arerunguaensis* se encuentra únicamente en las localidades de Arerunguá y El Tapado (Departamento de Salto) con una población aproximada de unos 700 animales (Weber y González, 2003) (Fig. 1).



Figura 1. Distribución de las poblaciones de venado de campo en Uruguay.

Si bien el venado de campo ha sido declarado Monumento Natural por el Parlamento Nacional y el Poder Ejecutivo (Ley N° 17.733 de 2003 y Decreto N° 12/985 de 1985, respectivamente), no se han desarrollado políticas nacionales de conservación.

Las poblaciones silvestres (Salto y Rocha) se ubican en establecimientos privados dedicados a actividades agropecuarias, quedando a resguardo de los propietarios de los mismos el cuidado de los animales. Existe una tercera población de venado de campo (Fig. 1), localizada en la Estación de Cría de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA), localizada en Maldonado, alojada en régimen de semicautiverio. La misma posee un número aproximado de 80 animales, y se originó en 1981 a partir de animales provenientes de la población de Salto, de la subespecie *O. b. arerunguensis* (Ungerfeld et al., 2008a). Los venados se encuentran en sectores de 0,5-1 há, compuestos por un macho adulto y entre cinco y nueve hembras adultas, además de crías y juveniles, o grupos de solo machos (Ungerfeld et al., 2008a). Estos animales constituyen un núcleo de cría adaptado a las condiciones en que están alojados, donde las condiciones de

manejo posibilitan el desarrollo de actividades de investigación científica sobre la especie, permitiendo obtener información imprescindible para la conservación de la especie, imposible de recabar en condiciones silvestres sin afectar dichas poblaciones.

1.4 Características de la especie

Los ciervos *Ozotoceros bezoarticus*, son animales de tamaño medio, siendo los machos algo mayores que las hembras (Jackson, 1987) (Fig. 2). En las poblaciones silvestres los machos alcanzan una longitud de 130 cm (desde el ápex de la nariz hasta la raíz de la cola), una altura a la cruz de 75 cm, y un largo de cola de 15 cm, y pesan aproximadamente 35 kg (Jackson, 1987). Sin embargo, los datos obtenidos a partir de animales criados en semicautiverio indican un tamaño algo menor: 90–100 cm de largo, altura a la cruz de 65–70 cm, y peso de 30–35 kg (Ungerfeld et al., 2008a). Las astas, que solamente están presentes en los machos, son sólidas y finas, y de tamaño medio cuando se las compara con las de otros cérvidos. Llegan a medir unos 30 cm, y a tener 3 puntas (Ungerfeld et al., 2008b). Las hembras alcanzan los 85 cm de largo y 65 cm de altura, con un peso de 20–25 kg (Ungerfeld et al., 2008a). Los machos suelen presentar una coloración más oscura que las hembras (Cabrera, 1943).



Figura 2. Macho (izquierda) y hembras de venado de campo (derecha). ECFA, 2011.

1.5 Importancia del conocimiento de la anatomía del aparato reproductor y estado actual del conocimiento en el venado de campo

Conocer y entender la anatomía y la fisiología de la reproducción del venado de campo es importante para la implementación del manejo reproductivo adecuado y la conservación de la especie. Los datos sobre estos ciervos son vitales para el desarrollo de programas de conservación y de medidas prácticas que puedan aplicarse.

El conocimiento de la anatomía de los órganos reproductivos del venado de campo permite plantearse, en el caso de la hembra la implementación de biotecnologías reproductivas, incluyendo el diseño de estrategias que permitan la canulación transcervical y el desarrollo de la inseminación artificial y la transferencia de embriones. En el caso del macho permite potenciar y/o modificar manejos para la obtención y preservación de semen, del que ya existe un banco en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Veterinaria de nuestro país.

Desde el punto de vista de la Medicina Veterinaria y de la salud de los animales es fundamental conocer la anatomía normal del aparato reproductor, ya que asociado a las variaciones fisiológicas a través de las diferentes etapas reproductivas es posible diferenciar lo normal de lo anormal, a partir del examen clínico del animal o la interpretación de los hallazgos de necropsias.

No menos importante es el conocimiento anatómico para la aplicación de técnicas quirúrgicas como la castración, vasectomía, histerotomías, ovariohisterectomías, laparoscopías, etc., que eventualmente pueden llegar a aplicarse por diferentes razones. La información sobre *Ozotoceros* es también de gran interés teórico debido a su distribución al sur, ya que pocos cérvidos habitan en forma natural tan al sur como el venado de campo. En consecuencia, los datos de estos animales podrían utilizarse como

contribución para el análisis de los efectos de la latitud en la biología reproductiva de los cérvidos. La posibilidad de trabajar con la población en cautiverio posibilita realizar diversos trabajos científicos para llegar a conocer en detalle su biología reproductiva, lo que permitirá mejorar el manejo en cautiverio, potencialmente incrementar más rápidamente la cantidad de animales considerando el alto riesgo de la situación de la especie, y ampliar los conocimientos que permitan mejorar su manejo en vida silvestre.

Por ello es que planteamos trabajar en una serie de aproximaciones complementarias que permitan incrementar el conocimiento de su biología reproductiva. Uno de los pasos iniciales es conocer en detalle la anatomía de los aparatos genitales del macho y de la hembra.

Los rumiantes no domésticos no pueden ser entendidos si la única fuente de información y generalización deductiva son las especies domésticas, o especies salvajes tratadas como domésticas (Hofmann, 1989). Por lo tanto, si bien la extrapolación de los conocimientos de la oveja y la cabra para el venado de campo resultaría inadecuada, debido a la escasez de publicaciones en cérvidos y a las características básicas similares (rumiantes de tamaño, características, anatomía y fisiología similares) se utilizó a estas dos especies con propósitos comparativos.

1.6 Anatomía reproductiva en los rumiantes domésticos y en cérvidos

El término rumiantes domésticos es utilizado en esta tesis para hacer referencia exclusivamente a las 3 especies más abundantes de las 9 especies de rumiantes domésticos: la vaca, la oveja y la cabra. Las mismas son las más explotadas, las de mayor interés veterinario, y las más estudiadas.

La anatomía del aparato reproductor de los rumiantes domésticos está documentado en un vasto número de publicaciones científicas (Abusineina, 1969; Ashdown, 1968,

1973, 1976, 2006; Baird y Land, 1973; Barone, 2001; Cicmanec, 1972; Coudert et al., 1974; Del Campo y Ginther, 1973 a, b; Del Campo, 1980; Dobrowolski y Hafez, 1970; Getty y Ghoshal, 1968; Ginther et al., 1973 a, b; Godev, 1972; Hadek, 1958; Hook y Hafez, 1968; Kershaw et al., 2005; Kristinsson y Wissdorf, 1985; Lamond y Drost, 1974; Lee y O'Shea, 1976; Naqvi et al., 2005; Preuss, 1954; Rumph y Garrett, 1992; Tanudimadja, 1962; Thomas y Ellsworth, 1981). La mayoría de estos trabajos se refiere a los bovinos y ovinos, 2 de las aproximadamente 200 especies existentes de rumiantes, habiendo incluso pocos estudios publicados sobre la cabra (Dhingra, 1979; Nishida, 1970; Ohta, 1959; Rumph y Garrett, 1992).

En forma simplificada puede afirmarse que no existen diferencias sustantivas entre los órganos reproductores de la oveja y de la cabra. Las hembras presentan un útero bicornio, ovarios, y trompas uterinas, y los machos unos testículos muy grandes, glándulas anexas formadas por las glándulas vesiculares, ampollas de los conductos deferentes, próstata con cuerpo y parte diseminada y glándulas bulbouretrales. El pene de los rumiantes domésticos es de tipo fibroelástico y presenta una flexura sigmoidea.

Los aspectos anatómicos que han sido más estudiados en la hembra son los relacionados al cérvix ovino y a la irrigación del aparato reproductor. La gran tortuosidad e irregularidad del lumen del cérvix (Fig. 3), dada por la presencia de un conjunto de pliegues mucosos de base conectiva, infundibuliformes y que apuntan hacia caudal, así como por un grado variable de sinuosidad a todo lo largo de la luz cervical en su conjunto, constituyen un obstáculo físico para las técnicas de inseminación artificial transcervical (Hawk y Conley, 1975; Kristinsson y Wissdorf, 1985; Kershaw et al., 2005).

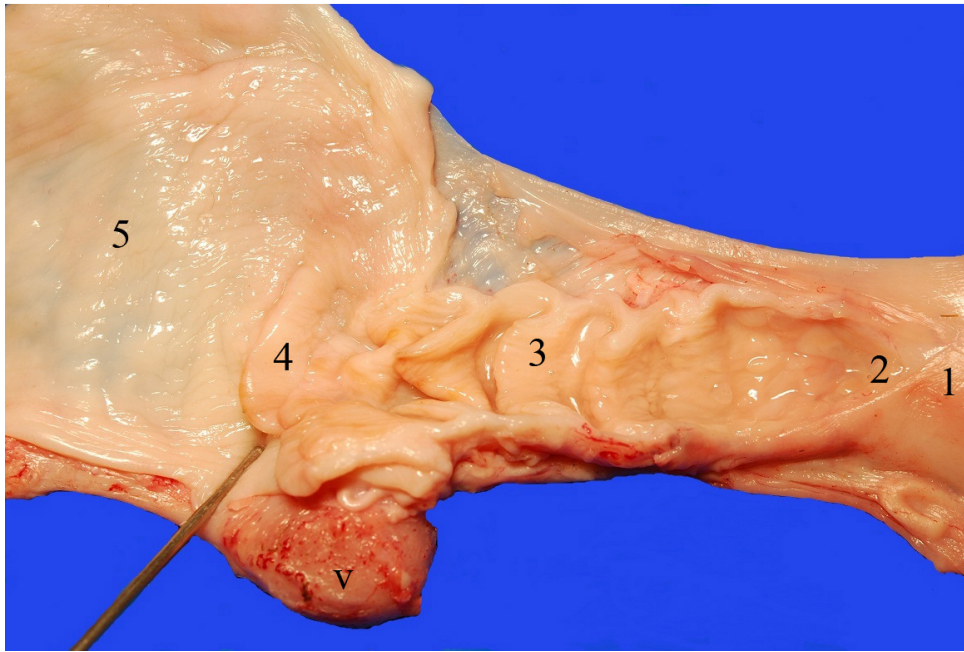


Figura 3. Cérvix uterino de oveja, incidido por su parte dorsal. 1: cuerpo del útero; 2: orificio uterino interno, 3: pliegue del cérvix, 4: exocérnix, 5: vagina. V: vejiga urinaria.

La complejidad del cérvix aumenta con la edad, asociado a traumas ocurridos durante el parto, haciendo más dificultoso encontrar el orificio del canal cervical de las ovejas adultas (Bunch y Ellsworth, 1981). Esta parte del aparato reproductor constituyó y constituye el tema de numerosas investigaciones.

También se han realizado muchos estudios sobre la irrigación sanguínea, mayormente en relación a la relación íntima que existe entre arteria y vena ovárica, ya que la misma permite explicar el pasaje de factores luteolíticos uterinos en forma directa del cuerno uterino al ovario ipsilateral, evadiendo la circulación sistémica para evitar la metabolización de la prostaglandina a nivel pulmonar (Dobrowolski y Hafez, 1970; Ginther et al., 1973a; Del-Campo y Ginther, 1973 a, b; Ginther y Del-Campo, 1973 b; Coudert et al., 1974; Del-Campo, 1980; McCracken et al., 1999).

En el macho los estudios vinculados a la presencia y disposición de las glándulas accesorias, la disposición de las envolturas testiculares y su continuidad con las

diferentes capas músculo-aponeuróticas de la pared abdominal, los ligamentos relacionados a la cola del epidídimo, la relación topográfica entre este órgano y el testículo, y la ubicación del escroto, así como la irrigación de estas estructuras son de particular importancia. El escroto y las otras envolturas testiculares tienen particular importancia en relación a la termorregulación testicular. A esto último también se vincula el plexo pampiniforme, estructura generada por las venas testiculares rodeando a la arteria testicular, lugar donde también se ha demostrado la existencia de anastomosis arteriovenosas (Hees et al., 1984; Noordhuizen-Stassen et al., 1985) que permiten el intercambio de hormonas a través de la misma (Jacks y Setchell, 1973).

La anatomía del pene ha sido muy estudiada dado que la integridad y funcionamiento adecuado de este órgano son necesarios para la cópula, preámbulo indispensable a toda reproducción sexuada que ocurra por monta natural. Si bien la función urinaria es vital y más frecuente, la misma solo exige la integridad de la uretra, mientras que la cópula requiere de la integridad y de la participación coordinada de todas las estructuras anatómicas constituyentes del órgano. Debido a que la erección es un fenómeno mayormente vascular, la mayoría de los trabajos se han enfocado en la morfología de los cuerpos eréctiles y a la angioarquitectura, así como a la estructura histológica de los mismos.

Considerando la cantidad de especies de cérvidos, la cantidad de publicaciones sobre la anatomía reproductiva de los mismos es escasa, aunque las mismas son relativamente más recientes que las de los rumiantes domésticos (Lincoln, 1971; Breiterman, 1975; Leader-Williams N. 1979; Thome y Hofmann, 1980; Thome, 1980; Leader-Williams y Rosser, 1983; Stewart, 1983; Wallace y Birtles, 1985; Revol y Wilson, 1991; Wang-Liping et al., 1994; Freneau y Duarte, 2001; Harrison y Hamilton, 1952; Kimura et al., 2004; Martinez-Pastor et al., 2005; Mulley, 2007; Haigh, 2007;

Wilson y Haigh, 2007, Morrow et al., 2009; Schön y Blottner, 2009; Sohn y Kimura, 2012). La mayoría de estos trabajos tampoco están destinados exclusivamente a la descripción anatómica sino que presentan aspectos puntuales en el marco de descripciones más generales, y en la mayor parte carecen de fotografías, y solo aparecen dibujos o esquemas como los de las figuras 4 y 5.

De acuerdo a la información disponible, dos de las grandes especies de cérvidos, el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y el wapití (Elk: *Cervus canadensis*), no presentan flexura sigmoidea en el pene, tienen un gran desarrollo de los músculos prepuciales, y una uretra que se curva dorsalmente en su parte más distal (Fig. 4) (Lincoln, 1971; Haigh, 2007; Wallace y Birtles, 1985).

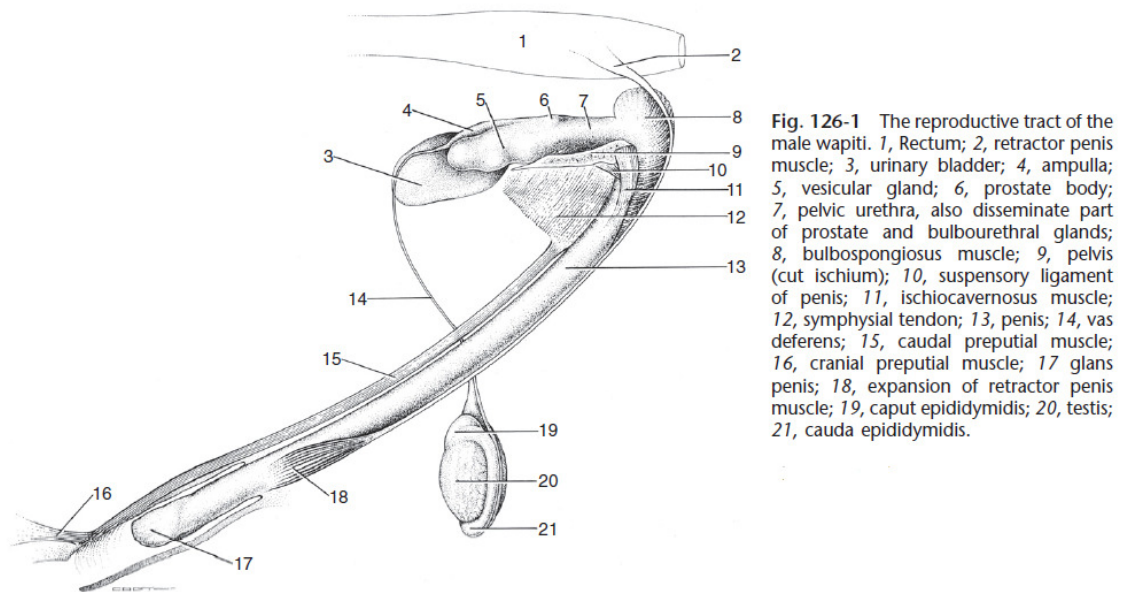


Figura 4. Esquema del aparato reproductor del macho de wapití (*Cervus canadensis*).
(Tomado de Haigh, 2007).

En forma similar a lo observado en los rumiantes domésticos, en esta especie están presentes las glándulas ampollares, la próstata con cuerpo y parte diseminada, las bulbouretrales pequeñas, y las glándulas vesiculares (Wallace y Birtles, 1985; Haigh, 2007). Stewart (1983) tampoco encontró diferencias entre la anatomía del aparato genital del macho del ciervo rojo y el de los rumiantes domésticos.

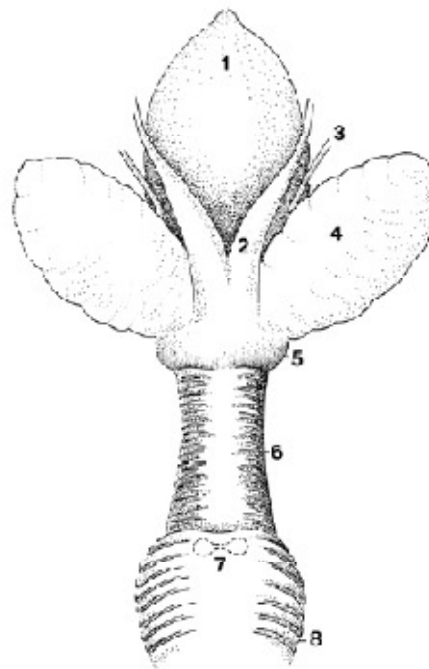


Fig. 126-5 Pelvic organs and accessory glands of the wapiti. 1, urinary bladder; 2, ampulla; 3, ureter; 4, vesicular gland; 5, urethral muscle surrounding disseminate prostate and bulbourethral gland distally; 7, bulbourethral gland; 8, bulbospongiosus muscle.

Figura 5. Vejiga, uretra y glándulas anexas de macho de wapití (*Cervus canadensis*). (Tomado de Haigh, 2007).

En el trabajo más reciente, se describieron los testículos y las glándulas anexas en el ciervo de agua de Korea (*Hydropotes inermis argyropus*), siendo llamativo el reducido tamaño testicular y la presencia de las mismas glándulas accesorias presentes en los rumiantes domésticos (Sohn y Kimura, 2012).

De acuerdo a nuestro conocimiento, no hay datos que describan la anatomía reproductiva de la hembra de estas especies. En tragúlidos como el ciervo ratón (*Tragulus javanicus*), Kimura et al. (2004) reportaron que no hay casi diferencias con lo descrito en los rumiantes domésticos. A pesar de que solamente utilizaron 2 hembras no gestantes, una de las más completas descripciones del aparato reproductor de la anatomía de la hembra en cérvidos fue realizada por Harrison y Hamilton en 1952 en el ciervo del Padre David (*Elaphurus davidianus*). En esta especie el útero es bicornes con los cuernos inicialmente unidos, que luego se separan y giran hacia lateral, reduciéndose de tamaño al continuarse con la trompa uterina (Fig. 6). Los ovarios están situados aproximadamente a un nivel frente al extremo caudal de los cuernos fundidos. En el adulto, cada cuerno mide aproximadamente 15,0 cm de longitud, el cuerpo del útero mide 4,0 cm, el cuello del útero es de 4-5 cm de largo y 2,4 cm de diámetro, y se proyecta hacia la vagina en forma de un cono. Dentro del canal cervical hay 3 o 4 pliegues transversales. Hay 3 carúnculas en el cuerno derecho, y solo 2 en el cuerno izquierdo.

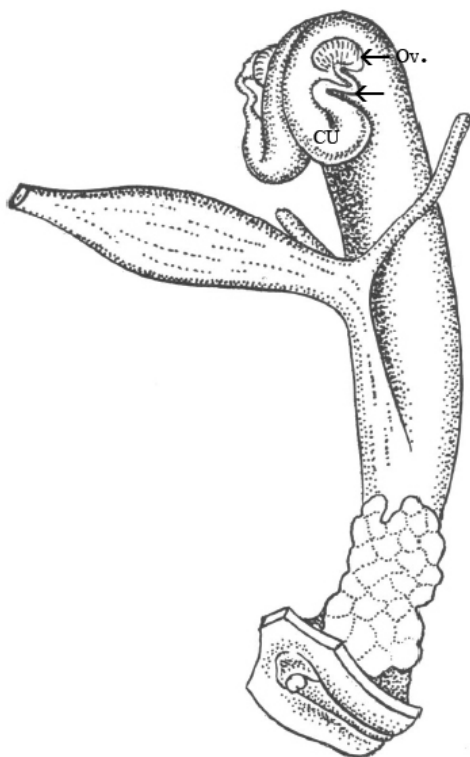


Figura 6. Dibujo del tracto genital femenino del ciervo Padre David (*Elaphurus davidianus*) (tomado de Harrison y Hamilton, 1952). Ov: ovario; CU: Cuerno uterino izquierdo. Flecha aislada: trompa uterina.

Las únicas publicaciones estrictamente anatómicas del venado de campo proceden de nuestras investigaciones. En uno de los trabajos (Pérez et al., 2008) describimos el intestino del venado de campo y sus medios de fijación peritoneales.

La información sobre biología reproductiva del venado de campo es muy escasa, tanto a nivel nacional como internacional. Más aún, gran parte de la información disponible no ha sido publicada en revistas científicas internacionales, por lo que muchas veces es de difícil acceso. De acuerdo a Ungerfeld et al. (2008b) en la ECFA la edad de las hembras al primer parto es de aproximadamente 21 meses. Si la duración de la gestación es probablemente no mayor a 7 meses, el primer estro fértil debe ser a una edad de no más de 14 meses (Ungerfeld et al., 2008b). Las hembras tienen un solo hijo

en cada parto (Ungerfeld et al., 2008b). En los machos la pubertad ocurre aproximadamente al año de edad (Ungerfeld et al., 2008b).

2. OBJETIVOS DE LA TESIS

Objetivo general

Describir la anatomía del aparato reproductor masculino y femenino del venado de campo

Objetivos específicos

1. Describir la morfología macroscópica, la conformación exterior e interior, registrar las dimensiones de los órganos del aparato reproductor de ambos sexos, el peso de las gónadas y relacionarlo con el peso de los animales.
2. Describir la disposición topográfica de cada órgano, sus medios de fijación y sus relaciones.
3. Estudiar y describir la irrigación arterial y venosa de los órganos reproductivos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Animales utilizados

El estudio se realizó con animales muertos por causas naturales y libres de patologías del aparato reproductor, procedentes de la ECFA. Los animales muertos en la ECFA fueron recolectados por personal del lugar y congelados a -20°C , siendo posteriormente trasladados y disecados en el Área de Anatomía de la Facultad de Veterinaria. Para la Tesis se utilizaron 27 hembras y 10 machos, que luego fueron conservados congelados o en formol, para estudios anatómicos posteriores de otros aparatos y sistemas, de forma tal de aprovechar al máximo el material de una especie de estas características. De las hembras, 17 eran adultas, mayores de dos años de edad. Once de ellas no tenían cuerpo lúteo ($14,7 \pm 0,53$ kg; media $\pm$ EE), 6 eran adultas con cuerpo lúteo (3 gestantes y 3 no gestantes; $17,0 \pm 0,9$ kg). Diez hembras eran juveniles, prepuberales de alrededor de un año de edad ($7,2 \pm 0,6$ kg). Los 10 machos estudiados superaban el año de edad ($21,4 \pm 2,6$ kg), siendo considerados pospuberales, aunque algunos no habían completado su desarrollo máximo. No todos los animales fueron congelados rápidamente luego de su muerte, por lo que el estado de cada uno limitó la cantidad de información que fue posible obtener. Por tanto, no se pudieron registrar todos los datos en todos los casos.

3.2. Métodos de estudio *in situ*

El método de estudio de los animales fue la disección simple o con el uso de lupas binoculares. Los órganos fueron estudiados *in situ* antes de ser removidos del animal, centrándose en la topografía, y en la descripción de su irrigación. En 5 hembras y 2 machos se inyectó látex coloreado en la arteria aorta para facilitar la visualización de los

vasos destinados a los órganos genitales. El látex previamente a ser inyectado se mezcla con un colorante de pintura de color rojo, se realiza la apertura de la cavidad torácica y se inyecta en la aorta descendente un volumen de 300 a 400 ml, el cual coagula luego de algunas horas y permite la disección de las arterias y su fácil identificación. Las venas se disecaron conjuntamente pero sin inyección de colorantes. Los vasos sanguíneos en su trayecto por las serosas se observaron por transiluminación (Ginther et al., 1972).

3.3. Estudios *ex situ*

Los órganos genitales fueron retirados por completo de la cavidad corporal en la hembra, y de la cavidad pelviana y órganos genitales externos en el macho. Luego de la remoción del aparato reproductor se procedió a su lavado con agua e inmersión en solución de formol para su conservación, fijación y posterior disección. Se tomaron medidas correspondientes a los caracteres físicos de longitud, ancho, espesor, y peso de cada órgano. El volumen de los ovarios y testículos fue calculado aproximándolo a partir de la fórmula para un ovoide $[(4/3)\pi.a.b.c]$, siendo a, b y c los semiejes.].

En ambos tipos de estudio (*in situ* y *ex situ*) a medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías con cámara digital Nikon reflex modelo D80 y objetivo Macro Micro Nikkor, para su documentación, estudio y discusión. Cada fotografía fue acompañada de un fotograma o esquema donde se indicaron exactamente las estructuras fotografiadas. Luego de descargadas en la computadora se archivaron en carpetas individuales para cada animal.

Todos los datos correspondientes al animal y las observaciones realizadas durante la disección junto a las medidas básicas fueron registradas en planillas individuales para

cada animal, las que fueron digitalizadas en una etapa posterior y archivadas junto a las fotografías.

3.4. Nomenclatura

Para la descripción se utilizó y adaptó la nomenclatura de la versión online de la Nomina Anatomica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2005).

3.5. Estadística

El peso, dimensiones, volumen y densidad de los ovarios y testículos fueron comparados con un test de t pareado. El volumen se transformó a raíz cuadrada antes de ser comparado. Se realizaron regresiones entre el peso corporal y los pesos de las gónadas, en el caso de las hembras en forma separada para las que tenían o no tenían cuerpos lúteos en sus ovarios. Los datos se presentan como la media $\pm$ EE.

4. ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS GENITALES FEMENINOS

4.1 RESULTADOS

Descripción general

De los animales disecados, 3 estaban preñadas. De las hembras adultas no preñadas, 3 presentaban cuerpo lúteo. Los órganos genitales femeninos en las hembras adultas no gestantes estaban localizados dentro de la cavidad pelviana. En cuatro de estas hembras las partes craneales de los órganos genitales se localizaban inmediatamente craneales al pecten del pubis, insinuándose en el abdomen. Considerado el tracto reproductor en su totalidad con la vagina, cuernos y cuerpos del útero, el mismo era muy largo, estrecho y con paredes relativamente delgadas (Fig. 7). Se reconocían las mismas partes descritas en los rumiantes domésticos, mencionadas en la Nomina Anatomica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2005).

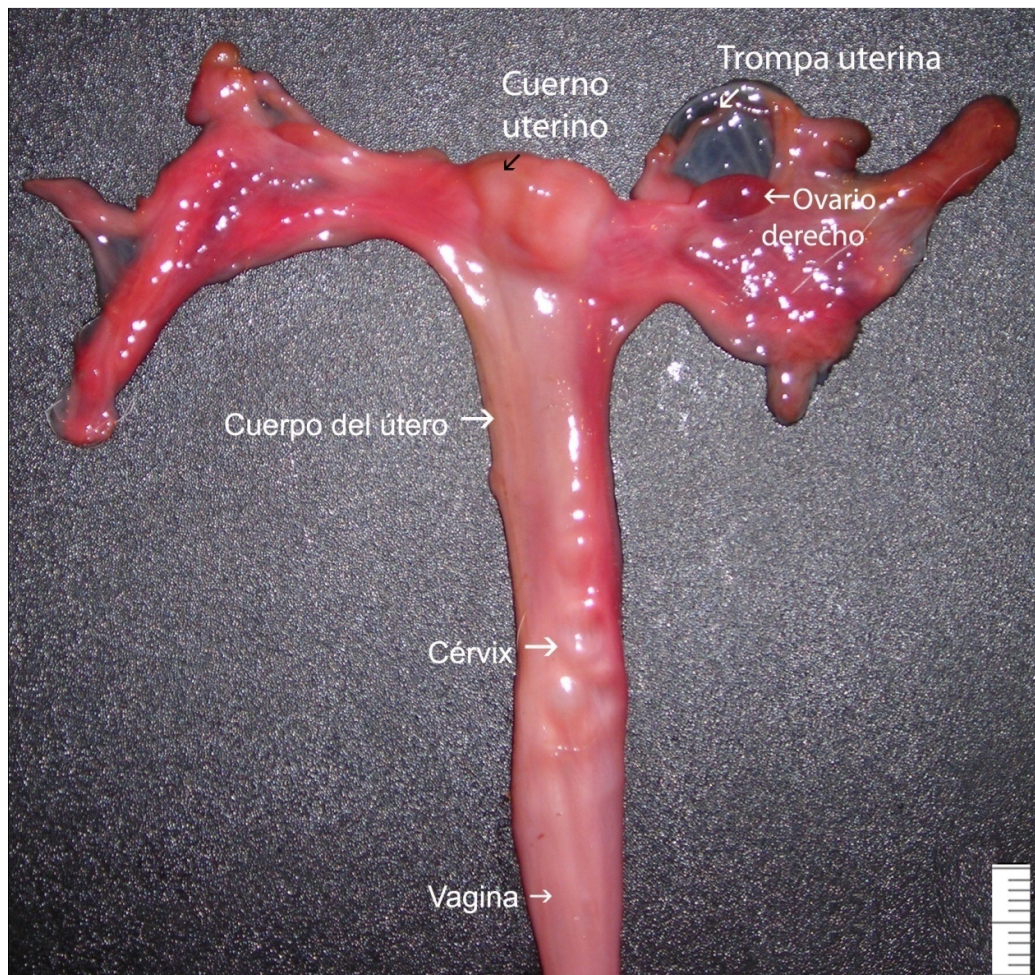


Figura 7. Vista dorsal del tracto genital aislado de la hembra del venado de campo.

Escala: regla milimetrada, longitud 1 cm.

Ovarios

El tamaño que presentaban los ovarios fue pequeño (Tablas 1, 2, 3), reconociéndose dos bordes (mesovárico y libre), dos extremidades (tubárica y uterina) y dos caras (Figs. 7, 9). El borde mesovárico fijaba al mesovario, la extremidad tubárica a la fimbria ovárica, y la extremidad uterina estaba cerca del ligamento propio del ovario (Fig. 11) que se dirigía al mesometrio, cerca de la extremidad tubárica del cuerno del útero. No existía una bolsa ovárica (bolsa peritoneal que rodea al ovario), estando el ovario inmediatamente visible. Los ovarios fueron de bajo peso, no existiendo diferencias de

peso entre ambos ovarios en las hembras prepuberales, pero en espesor y volumen fue algo más grande el derecho (Tabla 1). El ovario derecho tendió a ser más pesado en las hembras adultas sin cuerpo lúteo, igual que su largo y ancho (Tabla 2).

Tabla 1. Peso, dimensiones y volúmenes ováricos de hembras prepuberales de venado de campo (n=10).

	Ovario derecho	Ovario Izquierdo	P
Peso (g)	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,02	ns
Largo (cm)	0,78 ± 0,1	0,82 ± 0,1	ns
Ancho (cm)	0,47 ± 0,07	0,46 ± 0,08	ns
Espesor (cm)	0,35 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,04
Volumen (cm ³)	0,74 ± 0,23	0,56 ± 0,15	0.09

Tabla 2. Peso, dimensiones y volúmenes ováricos en hembras adultas de venado de campo sin cuerpo lúteo (n=11).

	Ovario derecho	Ovario Izquierdo	P
Peso (g)	0,22 ± 0,02	0,20 ± 0,01	0,1
Largo (cm)	0,95 ± 0,04	0,92 ± 0,03	0.05
Ancho (cm)	0,82 ± 0,16	0,77 ± 0,15	0,08
Espesor (cm)	0,28 ± 0,02	0,38 ± 0,08	ns
Volumen (cm ³)	0,9 ± 0,2	1,33 ± 0,63	ns

Los 6 cuerpos lúteos presentes estaban en el ovario derecho, independientemente de que fueran animales en fase luteal o gestantes. El ovario derecho fue también más pesado, y tenía mayor largo y ancho que el izquierdo (Tabla 3).

Tabla 3. Peso, dimensiones y volúmenes ováricos en hembras de venado de campo adultas con cuerpo lúteo de hembra (n=6). Todos los cuerpos lúteos se observaron en los ovarios derechos.

	Ovario derecho	Ovario Izquierdo	P
Peso (g)	0,30 ± 0,04	0,21 ± 0,07	0.03
Largo (cm)	1,02 ± 0,003	0,92 ± 0,03	0.006
Ancho (cm)	0,75 ± 0,03	0,62 ± 0,01	0.005
Espesor (cm)	0,33 ± 0,04	0,48 ± 0,22	ns
Volumen (cm ³)	1,07 ± 0,23	1,16 ± 0,57	ns

Existió una relación significativa entre el peso corporal y el peso ovárico en las hembras prepuberales ($R^2=0,49$; $P=0,02$), y en las hembras adultas sin cuerpo lúteo ($R^2=0,44$; $P=0,04$) (Fig. 8), pero no así en las hembras adultas con cuerpo lúteo ($R^2=0,12$; $P=0,5$).

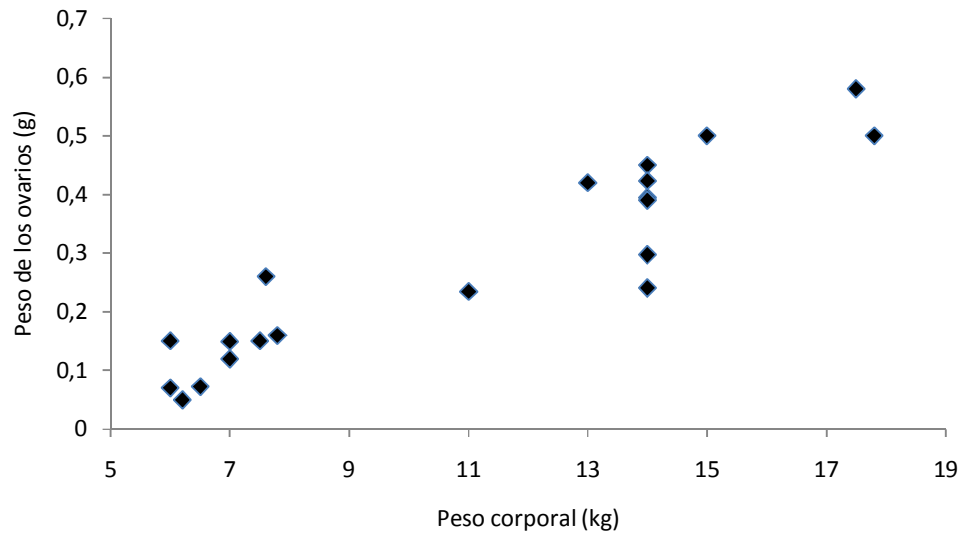


Figura 8. Peso corporal y peso de ovarios de la hembra del venado de campo sin cuerpo lúteo presente.

La superficie ovárica se presentó lisa y los folículos eran apenas visibles no sobresaliendo sobre la superficie. El cuerpo lúteo bien desarrollado fue la estructura que más sobresalía en la superficie ovárica de los animales estudiados (Fig. 9).

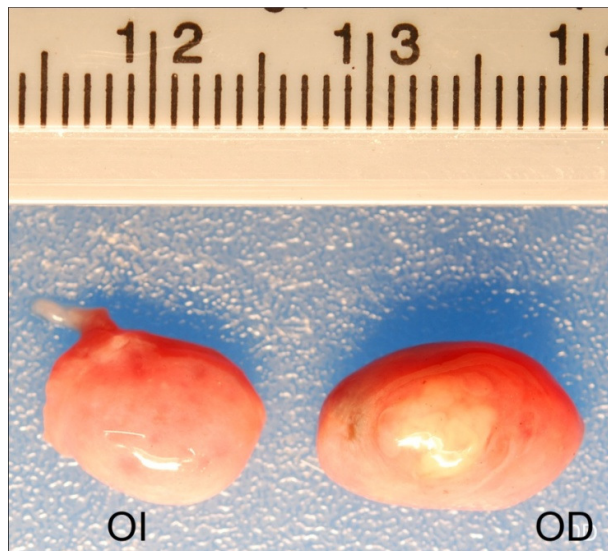


Figura 9. Ovarios de venado de campo, con notorio cuerpo lúteo en el ovario derecho (OD). Escala: regla milimetrada.

Trompas uterinas

Las trompas uterinas fueron poco onduladas, y corrían entre ambas hojas del mesosalpinx a aproximadamente 0,5 cm de su borde libre. Las fimbrias tubáricas y la ovárica, infundíbulo, ampolla e istmo estaban claramente diferenciadas. Entre la ampolla y el istmo, el tracto se estrechaba en diámetro. La intensidad del color decrecía de forma marcada a lo largo de las trompas uterinas, siendo la parte distal mucho más pálida. La unión de la trompa uterina con el útero se establecía de forma gradual (Fig. 7).

Útero

El útero estaba formado por el cérvix, cuerpo y cuernos (Fig.7); de tipo bícorno, se estrechaba hacia el extremo tubárico de los cuernos. Los cuernos estaban curvados pero no eran espiralados, se dirigían lateralmente, con una ligera incurvación ventral, y terminaban de forma estrecha uniéndose a la trompa uterina correspondiente. En las hembras pospuberales no gestantes la longitud del borde antimesometrial del cuerno uterino derecho fue de $4,12 \pm 0,29$ cm, y del cuerno uterino izquierdo fue de $4,28 \pm 0,22$ cm. El ancho de ambos cuernos juntos era de $2,3 \pm 0,4$ cm. En su separación los cuernos uterinos estaban unidos transversalmente entre sí por un ligamento intercornual inconstante. Cuando existía, medía aproximadamente 0,5 cm en su borde libre craneal.

Cada cuerno uterino presentaba tres carúnculas alineadas en fila. En los animales gestantes (n=3) las carúnculas engranaban con los cotiledones para formar los placentomas, que estaban en igual número (Fig. 10).



Figura 10. Feto y placenta de venado de campo con sus cotiledones.

Caudalmente los cuernos uterinos se unían a lo largo de 1,0 cm de longitud por tejido conectivo y muscular en una envoltura serosa común, lo que parecía incrementar la longitud del cuerpo del útero. No había carúnculas en el cuerpo del útero. La longitud del cuerpo del útero en los animales pospuberales no gestantes fue de $3,4 \pm 0,1$ cm, y su lumen se continuaba cranealmente con el lumen de los cuernos del útero a través de dos aberturas discretas situadas de ambos lados del velo uterino (*Velum uteri*) (Fig. 11).

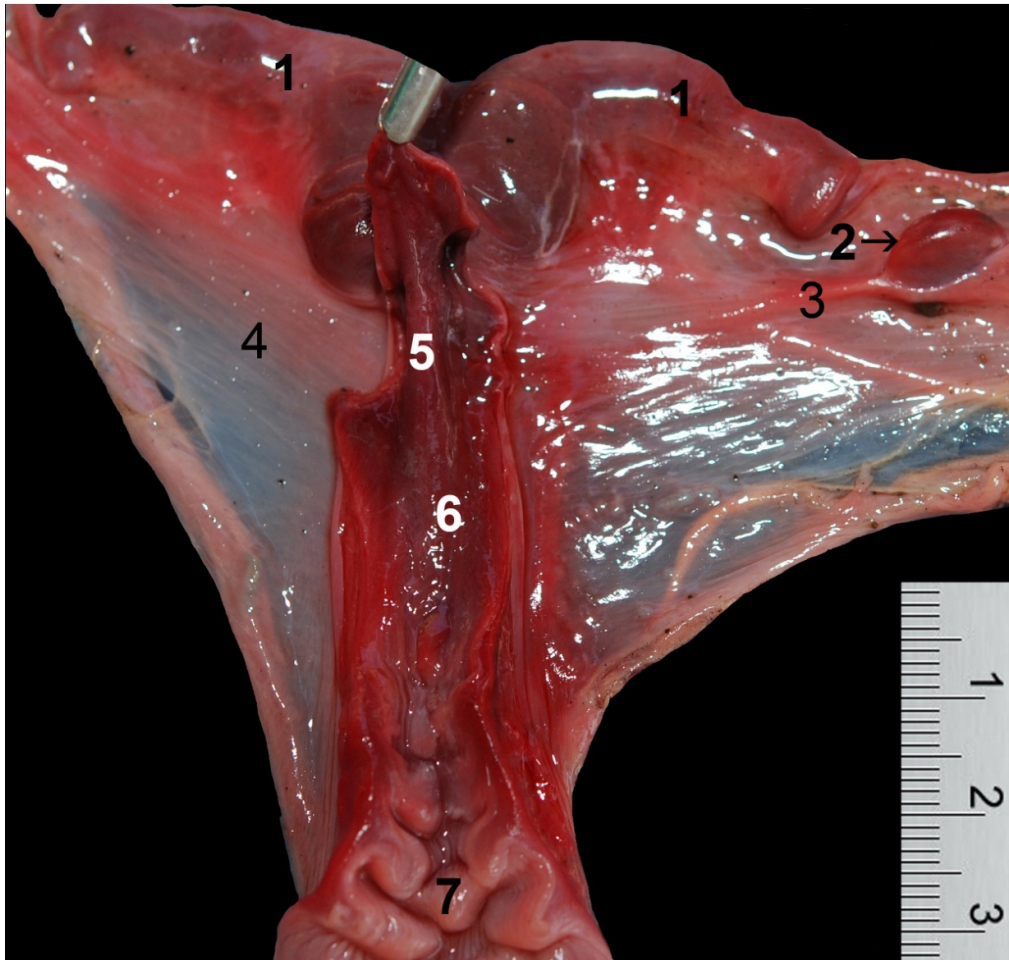


Figura 11. Aparato reproductor de la hembra del venado de campo parcialmente incidido dorsalmente. 1: Cuerno uterino derecho, 2: Ovario derecho, 3: Ligamento propio del ovario, 4: Mesometrio, 5: Velo uterino, 6: Cuerpo del útero, 7: Cérvix uterino. Escala: regla milimetrada.

El cuello del útero o cérvix constituía un tubo firme que podía ser distinguido fácilmente por palpación del tracto reproductor aislado, del cuerpo del útero cranealmente y de la vagina caudalmente, ambos más blandos (Figs. 11, 12, 13). El cérvix de los animales pospuberales no gestantes presentó $4,3 \pm 0,3$ cm de largo y $1,0 \pm 0,1$ cm de ancho. El canal cervical se extendía desde el orificio uterino interno hasta el

orificio uterino externo que lo comunicaba con la vagina. La proyección del cérvix en la vagina o exocérnix fue muy reducida.

En el canal cervical se proyectaban cuatro pliegues circulares (Fig. 12). Estos pliegues presentaban forma variable, anular o espiralada, y variaban de forma visible en tamaño y espesor. El más craneal de los pliegues fue el de menor desarrollo y su tamaño aumentaba en los pliegues más caudales. La parte vaginal del cérvix o exocérnix estaba ausente en los animales prepuberales, por lo que la vagina carecía de fórnix y solo se notaba en animales pospuberales pero con poco desarrollo. La anatomía de las otras partes del cérvix era siempre uniforme sin diferencias en los animales estudiados.

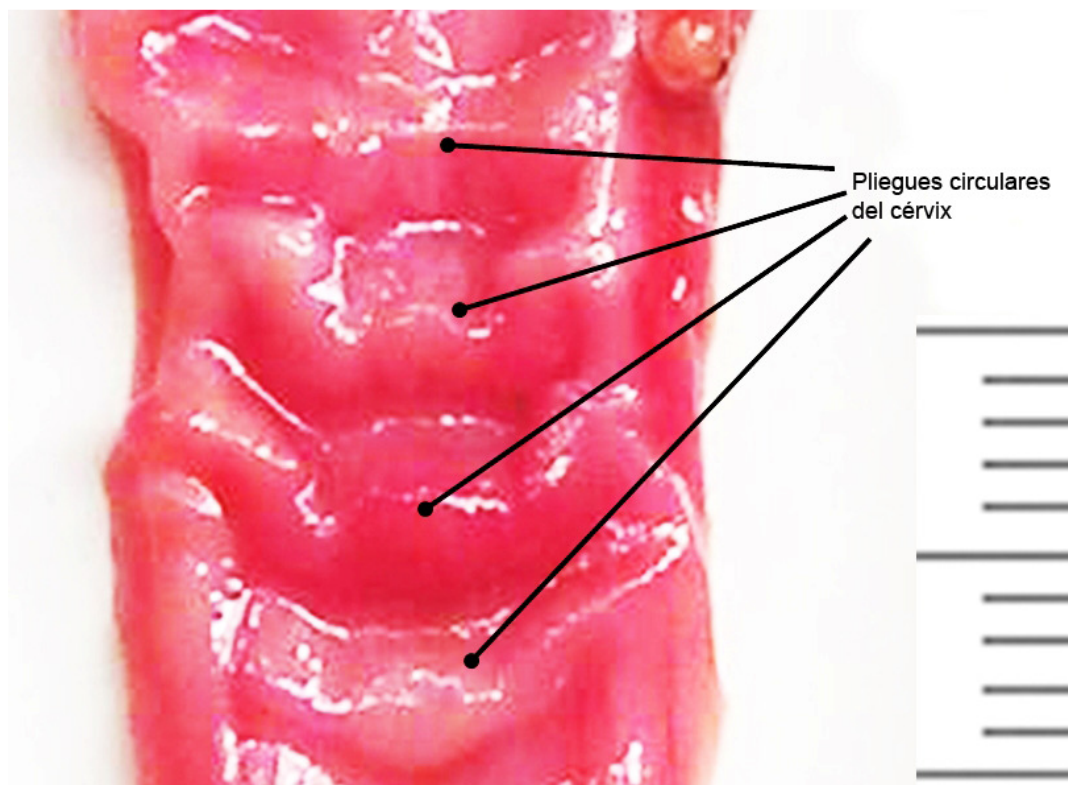


Figura 12. Cérvix uterino de venado de campo incidido dorsalmente para mostrar los cuatro pliegues internos. Escala: regla milimetrada, longitud 2 cm.

Medios de fijación peritoneales

Los ovarios, trompas uterinas y el útero se observaron suspendidos de cada lado por el ligamento ancho, que tenía su inserción parietal en la unión de la región sublumbar con la región abdominal lateral y en las paredes laterales de la cavidad pélvica. La parte destinada al útero o mesometrio (Figs. 11, 13) se fijaba sobre la curvatura menor de los cuernos y la parte ventrolateral del cuerpo y cuello del útero. El ligamento ancho portaba los vasos y nervios principales de las partes del aparato reproductor que suspendía. De la cara lateral del ligamento ancho se desprendía el ligamento redondo del útero.

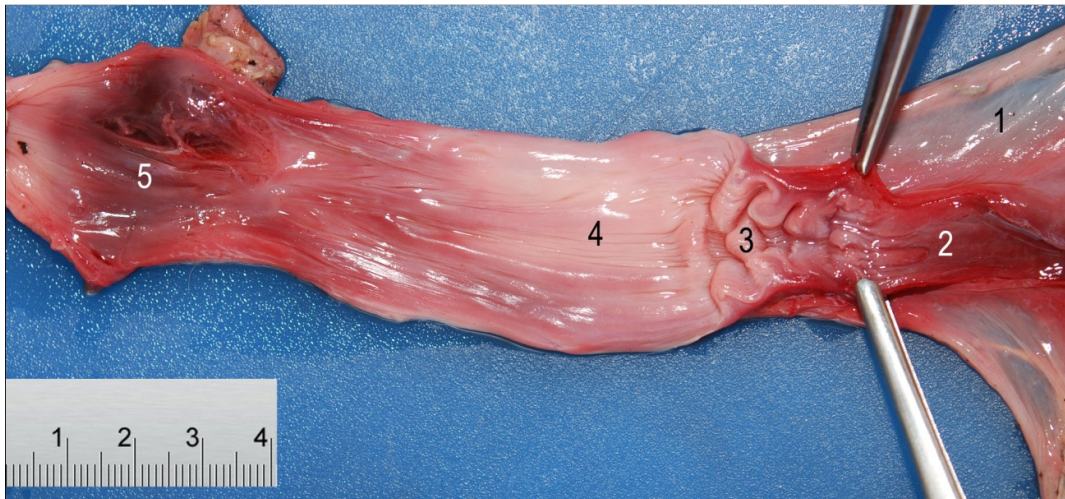


Figura 13. Parte caudal incidida dorsalmente del tracto reproductor de la hembra de venado de campo. 1: Mesometrio, 2: Cuerpo del útero, 3: Cérvix del útero, 4: Vagina, 5: Vestíbulo vaginal. Escala: regla milimetrada.

Vagina y vestíbulo vaginal

La vagina y el vestíbulo vaginal fueron similares a los de los rumiantes domésticos. La vagina de los animales adultos presentó una longitud de $4,5 \pm 0,5$ cm y

en los animales prepuberales de $2,2 \pm 0,5$ cm. El vestíbulo vaginal en las hembras adultas presentó una longitud de $4,2 \pm 0,3$ cm y en las prepuberales de $1,8 \pm 0,5$ cm. La mucosa vaginal formaba pliegues longitudinales (Fig. 13). No se encontró divertículo suburetral. Los labios vulvares y el clítoris no fueron prominentes.

Vascularización sanguínea del aparato reproductor

El aparato genital femenino se encontró irrigado arterialmente por ramas de la arteria aorta y de la arteria ilíaca interna (Figs. 14, 15). La arteria aorta emitía la arteria ovárica (antiguamente llamada “arteria útero – ovárica”) que irrigaba al ovario, la trompa uterina y parte del cuerno del útero.

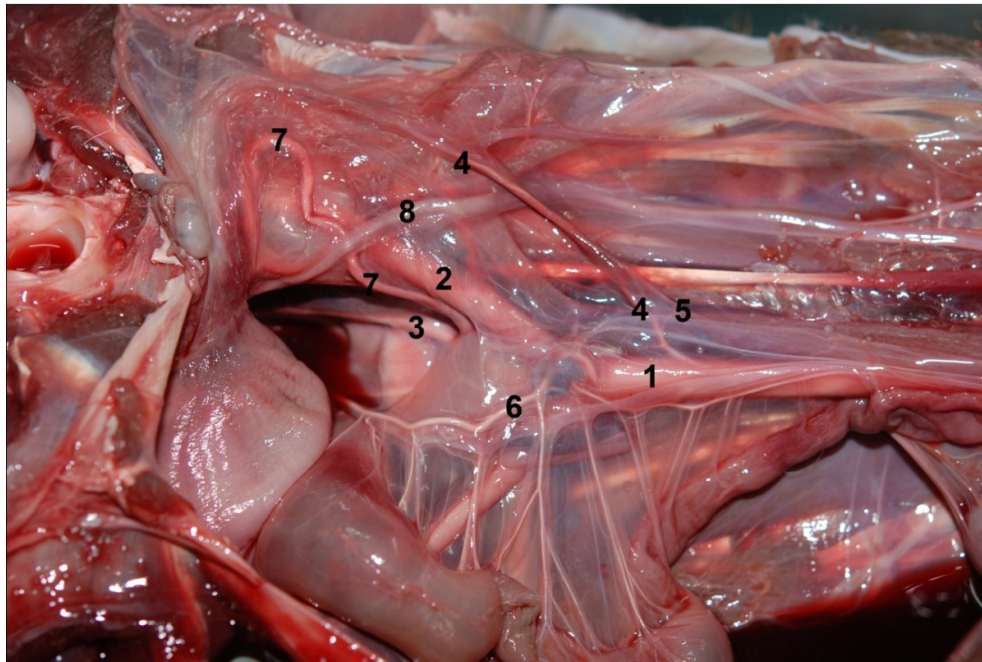


Figura 14. Ramas terminales de la aorta. Vista caudal de la parte dorsal de la cavidad abdominal y de la entrada de la pelvis de la hembra de venado de campo. 1: Aorta, 2: Arterias ilíacas externas, 3: Arteria ilíaca interna, 4: Arteria ovárica, 5: Vena ovárica en su terminación cerca de la vena cava caudal, 6: Arteria mesentérica caudal, 7: Arteria uterina, 8: Uréter izquierdo.

La arteria umbilical, rama visceral de la arteria ilíaca interna, emitía la arteria uterina que, destinada al útero se colocaba en el ligamento ancho y se encargaba de irrigar la mayor parte del cuerno y el cuerpo del útero. La arteria uterina emitía tres ramas, una craneal, una media y otra caudal.

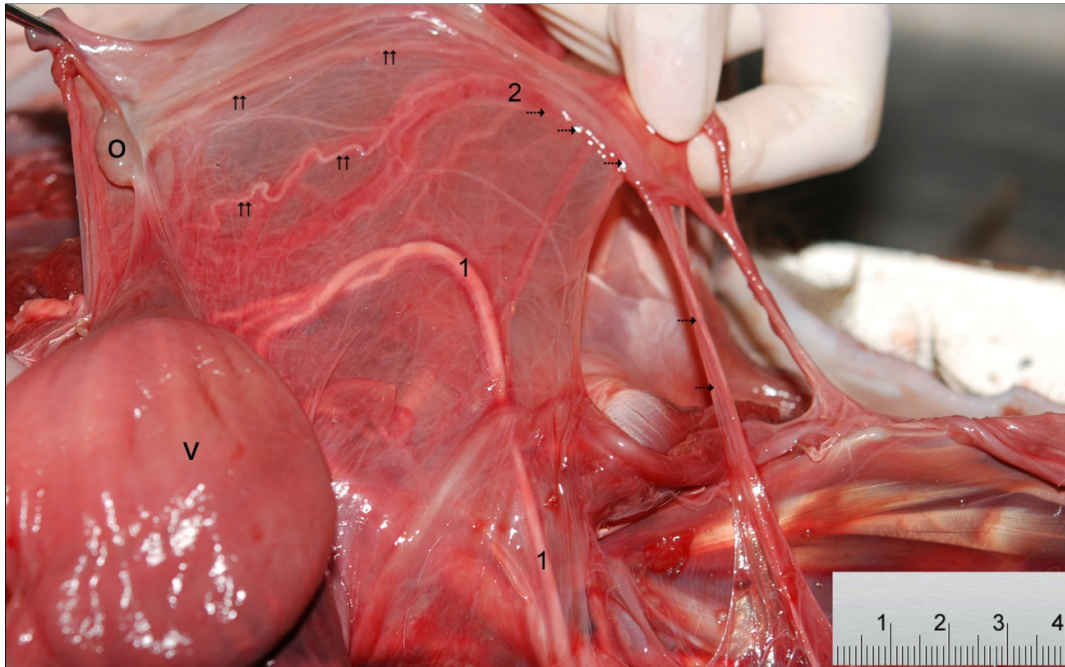


Figura 15. Vasos sanguíneos de la parte craneal del ligamento ancho del venado de campo. 1: Arteria uterina, 2: Vena ovárica. Flechas: zonas de íntima aposición entre arteria y vena ováricas. V: Vejiga urinaria, O: Ovario. Escala: regla milimetrada.

La rama craneal se anastomosaba con la rama uterina de la arteria ovárica y la rama caudal con la rama uterina de la arteria vaginal. La arteria vaginal fue rama de la arteria ilíaca interna y se dirigía hacia la vagina, emitía una rama uterina para el cuello y la parte caudal del cuerpo del útero. Esta rama se anastomosaba con la rama caudal de la arteria uterina.

La vena ovárica originada en forma plexiforme y recibiendo afluentes tubáricos se hacía más notoria al recibir su afluente uterino, satélite de la rama uterina de la arteria ovárica. La arteria y la vena ováricas (esta última, luego de recibir su afluente uterino) se colocaban en íntima aposición durante un trayecto extenso hasta las cercanías de la aorta y de la vena cava caudal (Fig. 15).

Las venas que drenaban al útero se unieron en un colector o vena marginal del útero que se continuó cranealmente con la vena ovárica y caudalmente con la vena vaginal. Las venas mostraban más anastomosis entre ellas que las arterias.

4.2 DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestro conocimiento, esta es la primera descripción anatómica completa del aparato reproductor de la hembra del venado de campo y de los cérvidos en general, debido a que otras descripciones en cérvidos son muy generales y no exclusivamente anatómicas. Se presentaron algunas diferencias anatómicas en relación a otros rumiantes, aunque el plan de organización básico fue similar.

Los ovarios fueron pequeños en relación al tamaño corporal considerando la información disponible en otros cérvidos (ciervo del Padre David: Harrison y Hamilton, 1952). En el ciervo de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se reportó que el peso de ambos ovarios juntos estaba entre 0,58 y 2.0 g (Robinson, 1966). Leader-Williams y Rosser (1983) también reportaron pesos muy bajos de los ovarios, de 0,3 g a 2,0 g en el reno (*Rangifer tarandus*). De acuerdo a Barone (2001), los ovarios de la oveja y la cabra miden 15 a 20 mm de largo, 10 a 15 mm de ancho y pesan unos 2,0 g (de 1 a 3), pero en el venado pesaban alrededor de 0,2 g. La superficie de los ovarios de la oveja y la cabra es irregular pues los folículos y los cuerpos lúteos son muy protruyentes. Los folículos

pueden alcanzar 8 mm en la oveja (Menchaca y Rubianes, 2004) y algo más de 10 en la cabra (Menchaca et al., 2007). En el venado, la superficie ovárica se presentó bastante lisa y los folículos apenas fueron visibles no protruyendo sobre la superficie, cosa que únicamente sucedía con el cuerpo lúteo, el que de todas formas protruí en un grado mucho menor a lo observado en ovejas y cabras. En síntesis, puede caracterizarse a los ovarios del venado de campo como pequeños, con folículos y cuerpos lúteos que alcanzan tamaños mucho menores a los registrados en otros pequeños rumiantes.

El hecho de que el cuerpo lúteo siempre se encontró en el ovario derecho, y que dicho ovario tendió a ser mayor en las hembras sin cuerpo lúteo, puede indicar un mayor desarrollo y actividad del ovario derecho en la hembra del venado de campo. Coincidentemente, en la oveja se ha reportado desde 1937 que el ovario derecho produce más cuerpos lúteos que el ovario izquierdo (Casida et al., 1966). En el 61,8% de las ovejas que tuvieron ovulación simple el cuerpo lúteo estaba localizado en el ovario derecho, participando el ovario izquierdo con mayor frecuencia en los casos de ovulaciones dobles (Casida et al., 1966). En vacas se producen más gestaciones del lado derecho que del izquierdo (Erdheim, 1942; Settergreen y Galloway, 1965). En un grupo de 1506 úteros de vacas lecheras, Erdheim (1942) observó el feto en el cuerno derecho en 1012 casos (68 %) y en el izquierdo en 476 casos (32%). En un grupo de 2318 úteros de ganado vacuno de carne, la incidencia de gestación fue similar, 1178 (50,8 %) en el derecho y 1121 (48,3%) del lado izquierdo (Erdheim, 1942). Settergreen y Galloway (1965) observaron el 59,4 % de las gestaciones del lado derecho en 133 úteros de ganado vacuno Swedish Highland En ambos trabajos (Erdheim, 1942, Settergreen y Galloway, 1965) se registraron dos casos de gestaciones en el cuerno uterino derecho estando el cuerpo lúteo en el ovario izquierdo. En forma similar, en la mujer la ovulación ocurre en el 55% de los casos en el ovario derecho, además de que la

probabilidad de gestar es mayor en este caso (Fukuda et al., 2000). En cambio en el camello dromedario (*Camelus dromedarius*) y en los camélidos sudamericanos (alpacas, llamas, vicuñas, guanacos) los folículos dominantes fueron hallados igualmente repartidos entre ambos ovarios, a pesar del hecho de que el 98% de todas las gestaciones se localizaban en el cuerno izquierdo del útero (Musa, 1979; Vaughan, 2011). De acuerdo a nuestros hallazgos la mayor actividad ovárica del lado derecho es similar a la situación que presentan los rumiantes domésticos. Es difícil encontrar explicaciones fisiológicas y/o evolutivas para esta lateralidad.

El ligamento propio del ovario del venado de campo fue similar al de los pequeños rumiantes domésticos. El mesosalpinx de la oveja y la cabra es amplio y forma una bolsa ovárica lateroventral a la trompa (Barone, 2001), pero el mismo era muy estrecho y no formaba una bolsa ovárica. Existía mesovario, a diferencia de la excepción descrita en el ciervo ratón (*Tragulus javanicus*) (Kimura et al., 2004).

Comparado al tracto reproductor de la oveja, la cabra (Figs. 3, 16, 17) y la vaca, el del venado de campo fue estrecho y de paredes relativamente delgadas (Figs. 7, 11, 12, 13).

Las trompas uterinas son mucho más largas en la oveja y en la cabra que en el venado de campo (Barone, 2001). Los cuernos uterinos de la oveja y la cabra son mucho más largos que en el venado de campo, midiendo de 12 a 15 cm (Barone, 2001). Hay un solo ligamento intercornual en la oveja y la cabra, dos ligamentos constantes en la vaca (Barone, 2001), y uno solo inconstante en el venado de campo. Por lo tanto, las diferencias principales con los rumiantes domésticos se refieren a la longitud y espesor de las paredes del tracto genital.

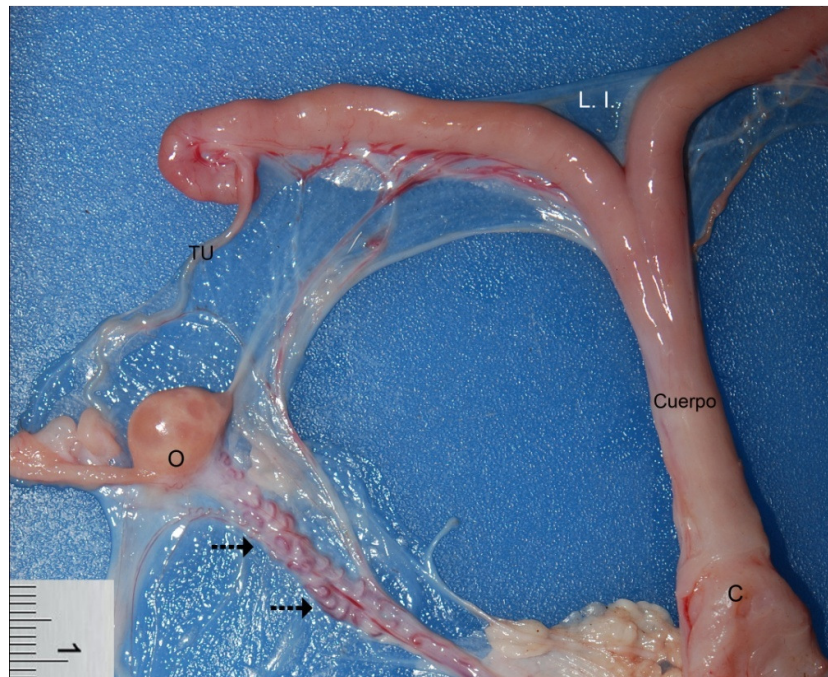


Figura 16. Vista ventral de la mayor parte del aparato reproductor de la cabra. TU: trompa uterina, flechas: zonas de íntima aposición entre arteria y vena ovárica, O: ovario. Escala: regla milimetrada.

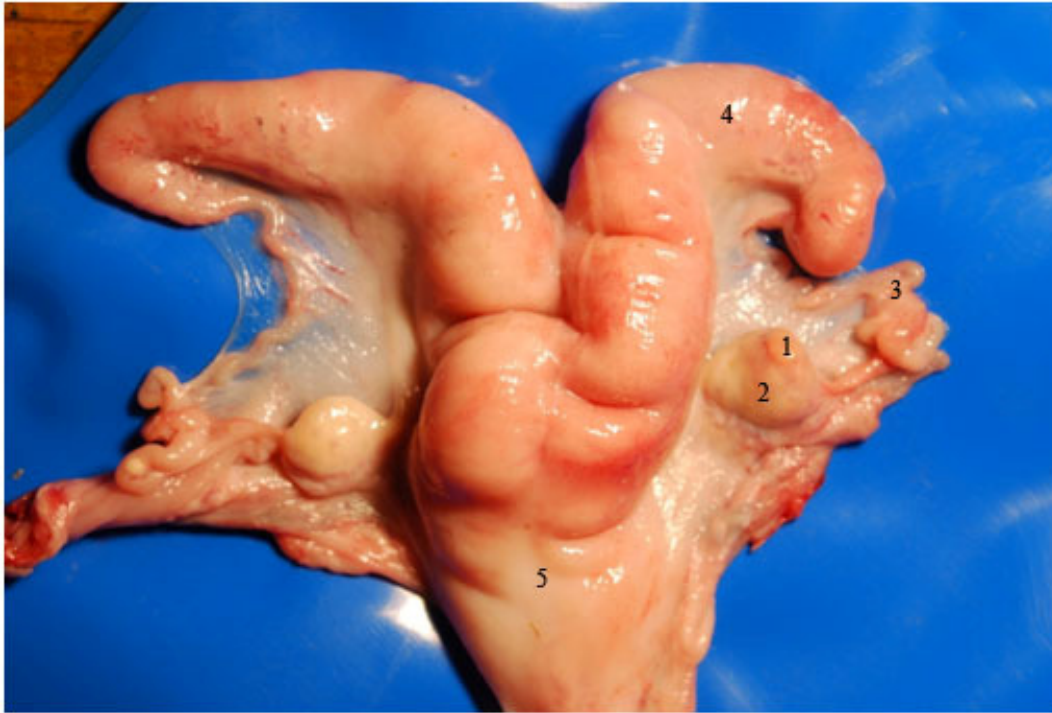


Figura 17. Partes craneales del aparato reproductor de la oveja, vista dorsal. 1: cuerpo lúteo, 2: ovario derecho, 3: trompa uterina derecha, 4: cuerno uterino derecho, 5: cuerpo del útero.

En el venado de campo se encontraron tres carúnculas en cada cuerno uterino, lo que implica la existencia de seis placentomas. De acuerdo a Hamilton et al. (1960) todos los cérvidos tienen una placenta epiteliocorial, cotiledonaria, cuyo tamaño varía según el tamaño del animal y su descendencia. En general, el número de cotiledones de los cérvidos es muy pequeño comparado con el de otros rumiantes (Hamilton et al. 1960). El ciervo del Padre David tiene 3 carúnculas en el cuerno derecho y dos en el izquierdo (Harrison y Hamilton, 1952), y el ciervo dama tiene 4 en cada cuerno aunque con pequeñas variaciones (Harrison y Hyett, 1954). El venado de cola blanca posee sólo tres carúnculas por cuerno uterino (Hamilton et al. 1960). Esto es llamativamente inferior a lo descrito en la vaca, la oveja y la cabra donde hay más de 100 carúnculas, las más

gruesas de ellas ubicadas en el cuerpo del útero (Barone, 2001), lugar donde no fueron observadas en el venado de campo. En el buey almizclero (*Ovibos moschatus*), Rowell et al. (1987) mencionaron la existencia de 80 carúnculas en cada cuerno uterino. El escaso número de carúnculas (y de placentomas) del venado de campo y de los otros cérvidos descritos por Hamilton et al. (1960) implica diferencias en la constitución de la placenta que es llamada oligocotiledonaria (Hamilton et al., 1960) pues las zonas de intercambio materno fetal de los cérvidos son muchos menores, lo cual estaría compensado por el mayor tamaño de las carúnculas y cotiledones (Hamilton et al., 1960). También es posible que los escasos placentomas de los cérvidos estén mucho más vascularizados que los de los rumiantes domésticos y el buey almizclero. La forma del placentoma cambia marcadamente a medida que la preñez avanza y pueden diferir entre sí, pero no hay diferencias mayores entre los del cuerno gestante y el vacío (Hamilton et al., 1960). El venado de campo tiene un útero de reducidas dimensiones y gesta una única cría de pequeño tamaño (Ungerfeld et al., 2008a,b), situación que puede estar relacionada al escaso número de carúnculas. Las diferencias entre los placentomas y su evolución a lo largo de la gestación son temas aún no estudiados en el venado de campo.

El cérvix uterino se proyectaba levemente en la vagina, pero en forma mucho menos notoria que en los rumiantes domésticos. Los 4 a 6 pliegues del cérvix de la oveja (Fig. 3) son más irregulares que en la vaca y la cabra, en las que hay de 6 a 8 (Barone, 2001). En el venado siempre fueron 4, y su disposición es más semejante a la de la vaca que a la de la cabra o la oveja (Fig. 12). En el ciervo del Padre David se describieron 3 a 4 pliegues transversos en el cérvix (Harrison y Hamilton, 1952) similares a los del venado de campo. Los pliegues más caudales del venado eran más desarrollados igual que lo descrito en el buey almizclero (Kristinsson y Wissdorf, 1985;

Rowell et al., 1987). De acuerdo a lo observado, la disposición de los pliegues del cérvix de los ciervos no debería ser un obstáculo para el pasaje de una sonda transcervical, como sucede en la oveja (Kershaw et al., 2005), lo que posibilitaría la inseminación artificial intrauterina.

El divertículo suburetral que está presente en la vaca, oveja y cabra no se observó en el venado. En el 20% de las ovejas hay glándulas vestibulares mayores, pero las mismas no existen en la cabra (Barone, 2001), ni tampoco fueron observadas en el venado.

La irrigación sanguínea arterial del tracto reproductivo muestra algunas diferencias con las descripciones de la oveja y la cabra (Tanudimadja et al., 1968; Getty y Ghoshal, 1968; Barone, 2001), pero la distribución de los vasos en general sigue el mismo plan. La arteria ovárica de la oveja es tortuosa e íntimamente aplicada a la pared de la vena ovárica (Del Campo y Ginther, 1973), y las paredes de la arteria y de la vena son delgadas en el área de contacto entre ambos vasos (Ginther et al., 1973a; Del Campo y Ginther, 1973 a y b; Ginther y Del Campo, 1973b; Coudert et al., 1974; Del Campo, 1980). En el venado, la arteria ovárica no se presentó tortuosa como en los rumiantes domésticos, pero la arteria y la vena estaban en estrecha aposición en un tramo considerable desde que los vasos se juntaban hasta cerca de la región lumbar (Figs. 14, 15). Es interesante especular con que en esta zona de aposición de los vasos ováricos se produzca la transferencia de la prostaglandina-F₂alfa, de la vena ovárica a la arteria ovárica, tal como ocurre en los rumiantes domésticos (Dobrowolski y Hafez, 1970; Ginther et al., 1973a; Del Campo y Ginther, 1973 a y b; Ginther y Del Campo, 1973b; Coudert et al., 1974; Del Campo, 1980).

4.3 CONCLUSIONES

Las características más conspicuas de los órganos genitales de la hembra del venado de campo son la presencia de ovarios sumamente pequeños, con tendencia a ser más pesado el derecho, ovario en el que se encontraron todos los cuerpos lúteos, lo cual indica mayor funcionalidad del ovario derecho. Se describieron las mismas partes del tracto reproductor que en los rumiantes domésticos pero las paredes del mismo fueron sumamente estrechas y delgadas, y la presencia del ligamento intercornual era inconstante. Únicamente se encontraron 6 carúnculas entre los dos cuernos uterinos. A nivel del cérvix del útero se destacaba la presencia de cuatro pliegues regulares, que no obstruían la luz. Más caudalmente no se observó divertículo suburetral ni glándulas vestibulares. En cuanto a la irrigación sanguínea se destacó la estrecha relación entre la arteria y la vena ovárica. Por lo tanto si bien el plan de organización es similar a otras especies de rumiantes, hay algunas diferencias previamente mencionadas con lo descrito para dichas especies.

5. ANATOMÍA DE LOS ÓRGANOS GENITALES MASCULINOS

5.1 RESULTADOS

Exterior y envolturas testiculares

El prepucio y el escroto (Fig. 18) estaban cubiertos por pelos finos. El escroto no pigmentado se ubicaba en la región inguinal cerca del cuerpo, estando cubierto por los muslos (Fig. 18). Cranealmente se presentaban dos pares de mamas masculinas homólogas a las de la hembra, localizadas a ambos lados del prepucio.



Figura 18. Vista ventral de los órganos genitales del macho de *Ozotoceros bezoarticus*.

Escala: regla milimetrada. 1: escroto izquierdo; 2: lámina externa del prepucio; 3: orificio prepucial; 4: par de mamas masculinas inguinales izquierdas. Escala: regla milimetrada de 1 cm.

Las envolturas testiculares estaban formadas por el escroto, la fascia espermática externa, la fascia cremastérica y el músculo cremáster, la fascia espermática externa, y

la túnica vaginal. El escroto, formado por piel y dartos, presentaba un gran desarrollo del músculo dartos. La fascia espermática externa estaba formada por una capa de tejido conectivo laxo que facilitaba la movilidad del escroto sobre las envolturas profundas. El músculo cremáster se ubicaba dorsocaudalmente al testículo, y se extendía hasta el nivel de la cola del epidídimo, dividido en tres fascículos de fibras en su parte más distal (Fig. 19). Sobre su trayecto, dicho músculo se insertaba sobre la fascia espermática interna. Esta fascia que era más gruesa que la externa se unía íntimamente a la túnica vaginal parietal.

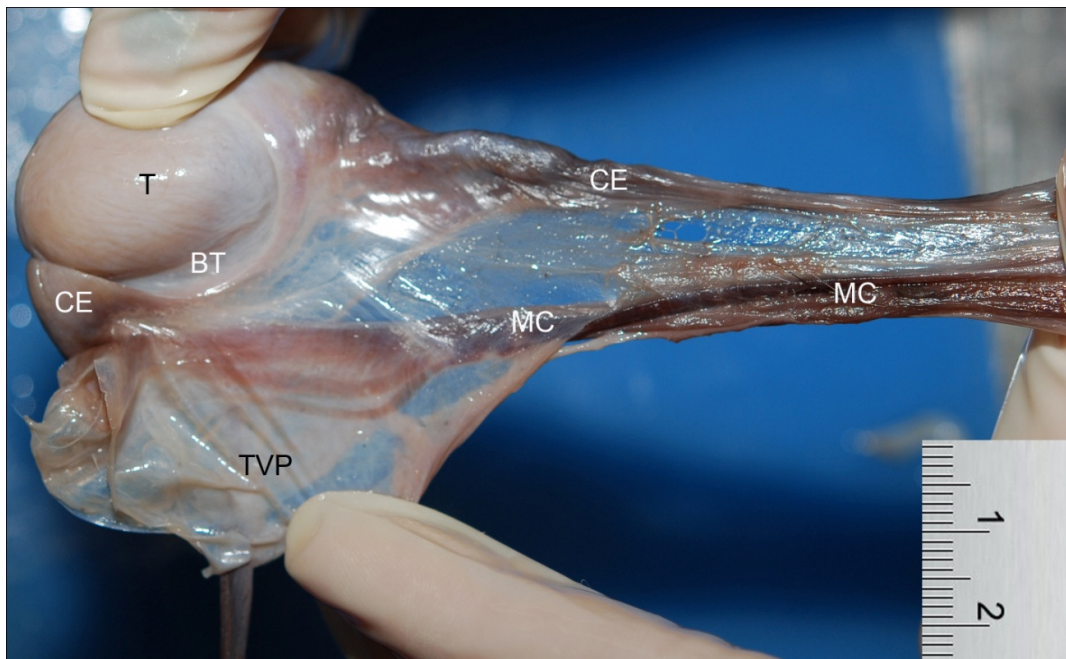


Figura 19. Testículo (T) y cordón espermático (CE) del venado de campo luego de disección de las envolturas testiculares. CE: cola del epidídimo, BT: bolsa testicular, TVP: túnica vaginal parietal, MC: músculo cremáster. Escala: regla milimetrada.

Testículos

Los testículos eran de forma ovoide y muy pequeños (Figs. 19, 21). El testículo derecho era significativamente más pesado y de mayor volumen que el izquierdo (Tabla 3). Existió una relación positiva entre el peso corporal y el peso de ambos testículos ($R^2 = 0,87$ $P < 0,0001$) (Fig 20).

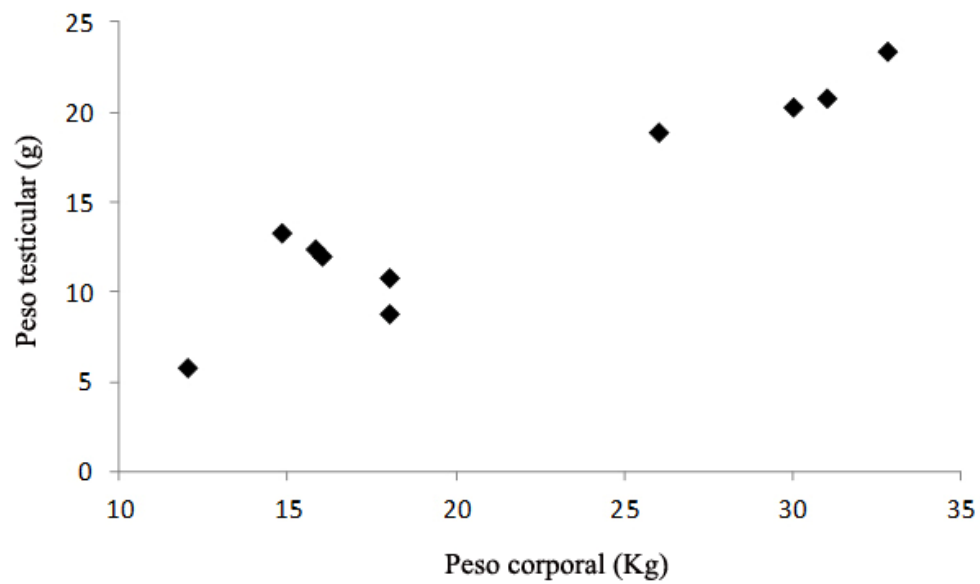


Figura 20. Peso de ambos testículos y peso corporal del venado de campo.

Tabla 4. Peso y dimensiones testiculares del venado de campo.

	Testículo derecho	Testículo izquierdo	P
Peso (g)	7,49 ± 0,97	7,18 ± 0,97	0,002
Largo (mm)	39,6 ± 9,1	39,8 ± 8,3	ns
Ancho (mm)	20,2 ± 1,9	19,8 ± 1,2	ns
Espesor (mm)	18,8 ± 6,5	18,0 ± 7,4	ns
Volumen (cm ³)	12,68 ± 9,0	11,38 ± 8,1	0,05
Densidad (g/cm ³)	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	ns

Epidídimo

El epidídimo estaba formado por cabeza, cuerpo y cola. Ambos epidídimos medían 67,0 ± 3,1 mm de largo, sin diferencias entre el derecho y el izquierdo. El mesepidídimo era muy estrecho y la bolsa testicular muy reducida (Fig. 19), pero permitía la entrada de una sonda entre el cuerpo del epidídimo y el borde epididimario del testículo. La cabeza del epidídimo estaba unida a la extremidad capitata del testículo. El cuerpo del epidídimo se ubicaba lateral y caudal al testículo, y la cola, situada ventralmente, presentaba una porción caudal unida a la extremidad caudata del testículo por el ligamento propio del testículo, y una porción alargada y libre que se dirigía caudalmente hacia dorsomedial (Fig. 21).

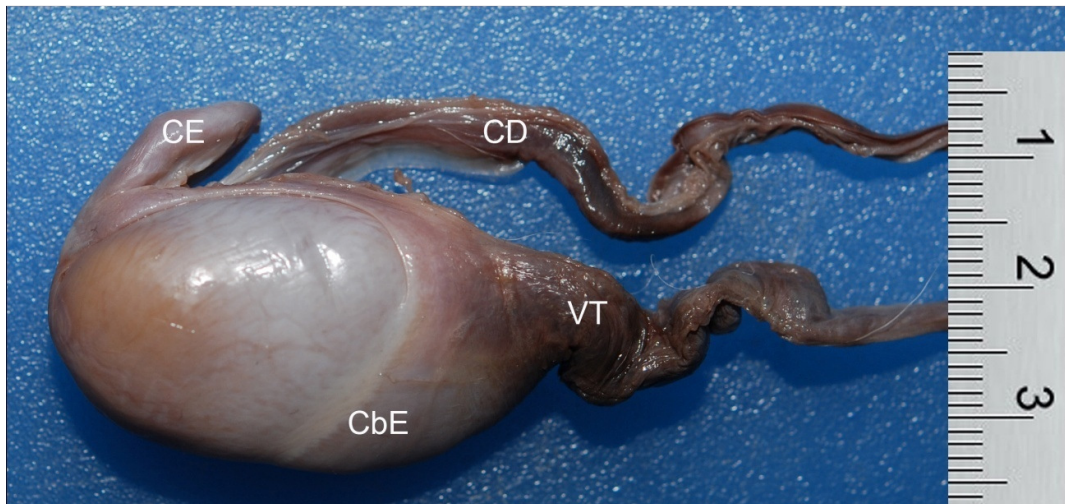


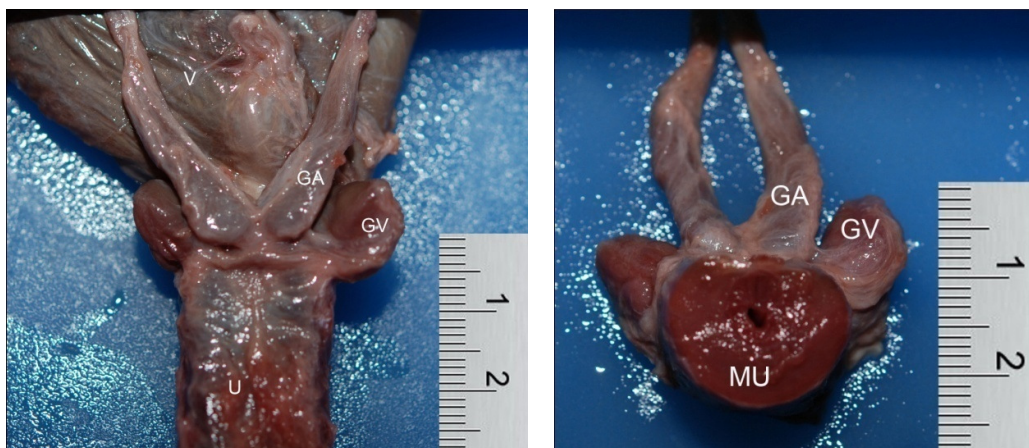
Figura 21. Testículo de venado de campo luego de disección de las envolturas testiculares. CE: cola del epidídimo, parte libre craneal, CbE: cabeza del epidídimo, VT: vasos testiculares, CD: conducto deferente. Escala: regla milimetrada.

Conducto deferente

El conducto deferente surgía de la parte caudal fija de la cola del epidídimo (Fig. 21), y se ubicó caudomedialmente al testículo correspondiente. Los mismos presentaban en su trayecto extrapelviano una porción yuxtatesticular y una porción funicular que acompañaba a los vasos testiculares formando el cordón espermático. Este estaba rodeado por las envolturas que se continuaban sobre el testículo y el epidídimo. Al ingresar al abdomen por el canal inguinal se separaba de los demás elementos que constituían el cordón espermático, giraba caudalmente, y se dirigía hacia la cavidad pelviana. En la cavidad pelviana ambos conductos deferentes estaban unidos por el pliegue genital que contenía vasos sanguíneos. La totalidad del conducto deferente alcanzaba una longitud de $28,0 \pm 2,3$ cm.

Glándulas genitales accesorias

Se reconocieron las siguientes glándulas accesorias (Figs. 22, 23): ampollas de los conductos deferentes, glándulas vesiculares, y una próstata diseminada muy poco desarrollada. Las ampollas de los conductos deferentes tenían una longitud de $19,0 \pm 2,1$ mm y un ancho de $7,8 \pm 0,6$ mm. La glándula vesicular tenía una longitud de $16,6 \pm 2,3$ mm, y su ancho era de $9,2 \pm 0,7$ mm. El conducto de la ampolla del conducto deferente y el de la glándula vesicular se reunían para formar un conducto eyaculador que se abría en un orificio de cada lado de la línea media dorsal de la uretra pelviana, inmediatamente craneal a la próstata. La próstata se ubicaba dorsalmente sobre la uretra pelviana. No se encontró cuerpo de la próstata ni glándulas bulbouretrales. La uretra pelviana presentaba un músculo uretral muy desarrollado, que tenía 4,0 a 5,0 mm de espesor (Fig. 23).



Figuras 22 y 23. Vista dorsal de las glándulas anexas del aparato reproductor del macho de venado de campo luego de su retirada de la cavidad pelviana con la vejiga y uretra. GA: Ampolla del conducto deferente, GV: Glándula vesicular, V: vejiga, U: uretra, MU: Músculo uretral luego de sección transversal de la uretra pelviana. Escala: reglas milimetradas.

Prepucio

El prepucio era un único pliegue de piel formado por dos láminas, una externa y una interna (Figs. 18, 26), que se reunían entre ellas sobre el borde del ostium prepucial. En el fondo de la cavidad prepucial la lámina interna se reflejaba sobre el pene formando el fórnix prepucial. La parte distal a esa reflexión es la parte libre del pene, que en estado de reposo ocupaba la cavidad prepucial. La lámina externa no es otra que la piel, poco diferente de las regiones vecinas y en particular del escroto. La lámina interna es una piel modificada (mucosa prepucial), más delgada que la del exterior y desprovista de pelos. Cuando el pene protruye la lámina interna cubre la parte del cuerpo del pene protruida. El tegumento peneano de la parte libre del pene se diferencia bien de la lámina interna del prepucio, que cubre más caudalmente al resto del cuerpo del pene.

Entre estas dos láminas se encuentra un plano conjuntivo muy laxo, los vasos y nervios y las terminaciones de los músculos prepuciales. Se encontraron dos músculos prepuciales, dependientes del músculo cutáneo del tronco. Existía de cada lado un músculo prepucial craneal que se originaba sobre el costado de la región xifoidea, y que se dirigía bajo la piel hasta la entrada del prepucio terminando junto al opuesto entre las dos láminas del prepucio. El músculo prepucial caudal surgía cerca del anillo inguinal superficial y se dirigía a la cara profunda de la piel del prepucio, cerca del ostium prepucial. Los vasos sanguíneos del prepucio se ubicaban entre las dos láminas. Las arterias procedían de las arterias epigástricas caudales superficiales, y las venas eran satélites de las arterias.

Pene

El pene tenía una longitud total de $20,0 \pm 1,9$ cm, incluyendo raíz, cuerpo y glande. El mismo fue de tipo fibroelástico, sin flexura sigmoidea, con una gruesa túnica albugínea que emitía las trabéculas que subdividían los cuerpos eréctiles (Fig. 24).

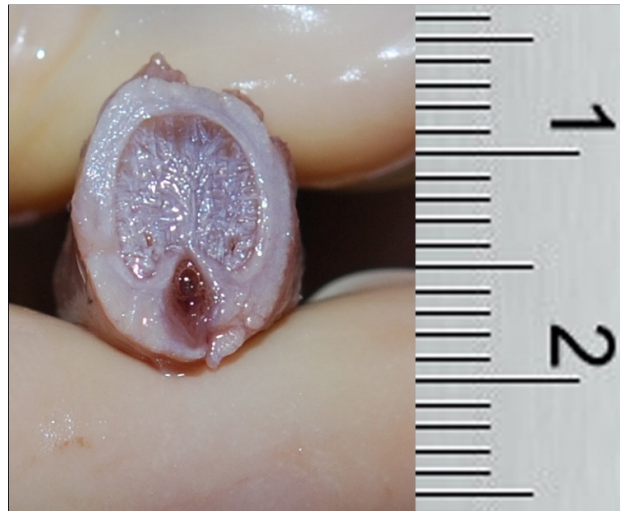


Figura 24. Corte transversal de la parte media del cuerpo del pene. Escala: regla milimetrada.



Figura 25. Vista ventral de la raíz del pene y parte proximal del cuerpo del pene del venado de campo. BE: Músculo bulboesponjoso que cubre al bulbo del pene, IC: Músculo isquiocavernoso cubriendo al pilar del pene, SU: Surco uretral, flecha: Músculo retractor del pene. Escala: regla milimetrada.

La raíz del pene estaba formada por dos pequeños pilares del pene y por el bulbo del pene. Los pilares estaban rodeados por los músculos isquiocavernosos (Fig. 25). Estos músculos eran de color rojo oscuro, se originaban sobre el arco isquiático y la tuberosidad isquiática, y terminaban sobre la albugínea de los cuerpos cavernosos.

La uretra extrapelviana o peneana estaba rodeada por un delgado cuerpo esponjoso compuesto de tejido eréctil. Este cuerpo eréctil se dilataba a nivel de la raíz del pene, formando el bulbo del pene que estaba cubierto por el músculo bulboesponjoso (Fig. 25). Las caras laterales del músculo bulboesponjoso y las mediales de los músculos isquiocavernosos que contactaban con ellas estaban revestidas por una aponeurosis blanca nacarada y eran planiformes.

El músculo retractor del pene era par, rosado y muy largo (Fig. 25). Tomaba origen en la cara ventral de la segunda y tercera vértebras coccígeas, pasaba cerca del ano, y transitaba paralelamente al otro músculo retractor por la cara ventral del pene, para terminar en la parte más distal del pene, en las cercanías del glande (Fig. 26).

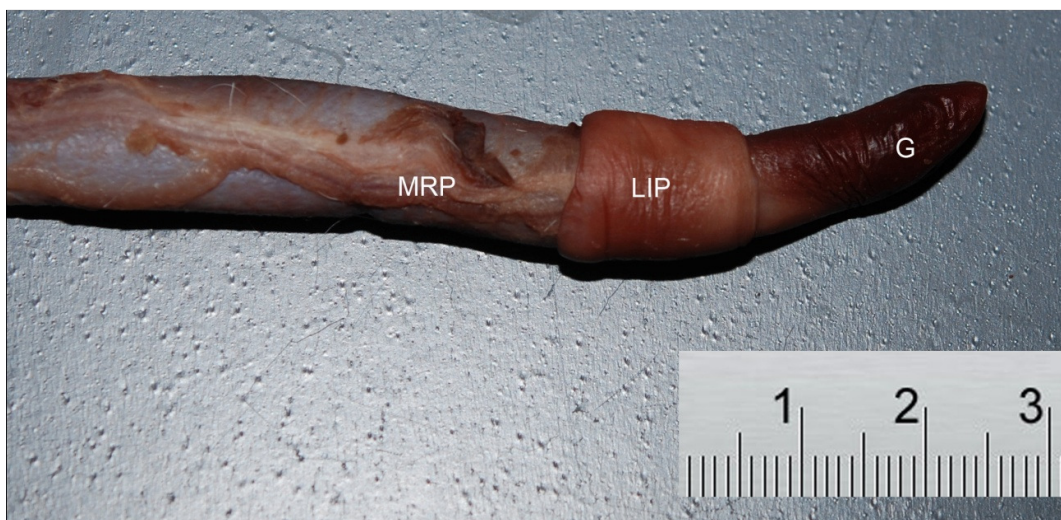


Figura 26. Vista ventral de la parte distal del pene y glande. MRP: músculos retractores del pene; LIP: lámina interna del prepucio; G: glande. Escala: regla milimetrada.

El glande era muy rudimentario, convexo dorsalmente, y no existía proceso uretral. El glande cubría la parte más distal del pene (Fig. 26), y la parte libre del pene se notaba levemente incurvada ventral y lateralmente a la derecha.

Vascularización sanguínea del aparato reproductor

La irrigación sanguínea del escroto y del prepucio (ya descritas) procedía de ramas de la arteria pudenda externa. La arteria testicular, rama directa de la aorta proveía la irrigación arterial para el testículo y epidídimo, yendo por el cordón espermático rodeada por las pequeñas venas testiculares que formaban el plexo pampiniforme que no presentaba mucho desarrollo. Ambos vasos se distribuían a partir de la extremidad capitata del testículo (Fig. 21).

Las arterias del pene procedían de una rama de la arteria pudenda interna, la arteria del pene (*A. penis*). A nivel de la raíz del pene, esta originaba la arteria del bulbo del pene, que penetraba en el mismo e irrigaba de esa forma al cuerpo esponjoso del

mismo. Luego, la arteria del pene se colocaba entre el bulbo y el pilar correspondiente del pene, y se dividía en dos ramas, una profunda y otra dorsal. La arteria profunda del pene perforaba la albugínea y se distribuía en el cuerpo cavernoso. La arteria dorsal del pene se colocaba sobre el dorso del órgano dirigiéndose hasta el glande. Las venas constituían un sistema dorsal y un sistema profundo. Las venas dorsales se originaban sobre la parte libre del pene y terminaban en la vena pudenda interna.

La arteria prostática, rama directa de la arteria ilíaca interna y homóloga de la arteria vaginal de la hembra, se distribuía a las glándulas ampollar y vesicular de cada lado.

5.2 DISCUSIÓN

La constitución general de los órganos genitales del macho del venado de campo fue similar a la de los rumiantes domésticos, con algunas diferencias como el tamaño y la localización de los testículos, la ausencia de una flexura sigmoidea y de proceso uretral evidentes en el pene, y el menor número de glándulas genitales accesorias. En comparación con otros cérvidos (wapiti: Haigh 2007; ciervo rojo: Aughey 1969; Stewart 1983), el venado de campo tiene diferencias en el tamaño testicular y en las glándulas accesorias.

A diferencia de los rumiantes domésticos, el escroto del venado de campo no fue penduloso, y se ubicó en la región inguinal, protegido por los muslos de posibles traumatismos. La disposición de las envolturas testiculares fue similar a la descrita para los rumiantes domésticos (Barone, 2001; König y Liebich, 2011), con mayor desarrollo de la túnica dartos y una disposición particular del musculo cremáster. La presencia de vasos sanguíneos entre las dos hojas del pliegue genital es algo llamativo pues no ha

sido descrito en otros animales, aunque anteriormente lo hemos observado en conejos (Pérez, datos no publicados).

Los testículos son relativamente pequeños cuando se comparan con otros pequeños rumiantes, incluso considerándolos en relación al peso corporal. El peso unitario de los testículos nunca excedió 11,8 g, lo que es mucho menos que en el carnero (170 a 250 g), o el macho cabrío (130 a 160 g) (Barone 2001). El ciervo de agua de Korea también se caracterizaba por su reducido tamaño testicular, pero estos autores no describieron diferencias entre ambos testículos (Sohn y Kimura, 2012).

Similar a lo que nosotros observamos, Barone (2001) en el toro y Degen y Lee (1982) en el dromedario (*Camelus dromedarius*) reportaron que el testículo derecho es ligeramente más pesado que el izquierdo. En este sentido, es interesante especular con un posible desarrollo gonadal asimétrico en esta especie, ya que además esto es coincidente con la presencia de todos los cuerpos lúteos en los ovarios derechos, los que además tendieron a ser más pesados que los izquierdos (ver sección de la hembra). La presencia de los cuerpos lúteos siempre en los ovarios derechos refleja una lateralidad de actividad, que es coincidente con el mayor tamaño del testículo derecho. En un trabajo reciente Villagrán (Trabajo de tesis, no publicado), realizó ultrasonografía en venados de campo de ambos testículos con la finalidad de comparar la imagen de machos alojados con y sin hembras (efecto hembra), encontrando que las diferencias se daban únicamente en el testículo derecho, lo que podría vincularse con una funcionalidad mayor de ese testículo.

Es interesante que en muchos mamíferos el tamaño relativo de los testículos está directamente relacionado con el sistema de apareamiento (Harvey y Harcourt 1984; Vahed y Parker 2012). Harvey y Harcourt (1984) indicaron que los animales de los géneros en los que las hembras copulan con más de un macho tienden a tener testículos

más grandes que aquellos en que las hembras copulan con un solo macho. Se demostró la existencia de una relación positiva en las especies en que las hembras se aparean con más de un macho y la masa testicular relativa (Vahed y Parker, 2012). En este sentido, los testículos son relativamente pequeños en los sistemas de cría de un solo macho (monógamos) (Kenagy y Trombulak 1986). Por otro lado, los testículos son relativamente grandes en los sistemas de reproducción promiscuos y poliándricos, donde varios machos diferentes compiten para aparearse con cada hembra durante el estro) (Kenagy y Trombulak 1986). En estos casos, la evolución de los testículos grandes se puede atribuir a las altas frecuencias de copulas y a la alta producción de esperma (Kenagy y Trombulak 1986). Como las hembras del venado de campo tienen un período muy corto durante el cual se aceptan apareamientos (sólo algunos minutos, Morales, 2009), la fecundación está probablemente, menos afectada por la competencia espermática. La monta afecta el tiempo de la ovulación, desencadenando por la estimulación vaginal de la cópula la finalización del celo, lo cual junto a la estrecha vigilancia pre y pos cópula hacen que la hembra del venado de campo sea posiblemente copulada por un solo macho (Morales, 2009). Esto puede explicar el tamaño de los testículos relativamente pequeños en comparación con los de otros rumiantes en los que hay más competencia para acceder a hembras en celo, o en el que la competencia espermática influye fuertemente en las probabilidades de dejar descendencia. El tamaño de los testículos ha evolucionado, sin duda, en cada especie en respuesta a una variedad de factores adicionales más allá de la influencia de primer orden del tamaño del cuerpo.

La cola del epidídimo, que difería de la de los rumiantes domésticos (Barone 2001; König and Liebich 2011), se ubicaba igual que en estos últimos en la parte ventral del escroto, donde es factible palparla.

Las glándulas anexas del aparato genital del venado de campo fueron la próstata diseminada, las glándulas vesiculares y las ampollas de los conductos deferentes (glándulas ampollares). A diferencia de los rumiantes domésticos (König y Liebich, 2011), el wapití (Haigh, 2007), y el ciervo rojo (Aughey, 1969; Stewart, 1983) en los que se observa la presencia de todas las glándulas anexas, no existían ni cuerpo de la próstata ni glándulas bulbouretrales. En contraste, los rumiantes domésticos (König y Liebich 2011), el wapiti (Haigh 2007), y el ciervo rojo (Aughey 1969; Stewart 1983; Wallace y Birtles, 1985) tienen todas las glándulas accesorias presentes. El escaso desarrollo de las glándulas presentes en el venado de campo explica el escaso volumen del eyaculado producido cuando se usa la electroeyaculación, usualmente menos que 0.5 ml (Ungerfeld et al., 2008b; Villagrán et al., 2010). Por otra parte dichas glándulas no serían fácilmente palpables y sería más difícil aplicar masaje transrectal de las mismas para la obtención de semen, como si es posible en otros pequeños rumiantes.

La conformación del prepucio era similar a la de los rumiantes domésticos. Igual que el pene de los rumiantes domésticos, el pene del venado era de tipo fibroelástico, pobre en tejido eréctil. Este tipo de pene tiene una erección rápida pues son duros en reposo, necesitando poca sangre para lograr la misma (König y Liebich, 2011). La túnica albugínea fibroelástica y sus trabéculas del cuerpo cavernoso del pene forman una estructura tubular rígida donde un pequeño incremento de volumen, como cuando se llena con sangre en la erección, puede producir un gran incremento en la presión (Beckett et al., 1972, 1974).

El pene de los rumiantes domésticos se caracteriza por presentar una flexura sigmoidea, doble incurvación que se presenta en el plano mediano entre los dos escrotos (König y Liebich, 2011). Esta flexura no existía en el venado, al igual que en el wapití (Haigh, 2007) y el ciervo rojo (Aughey, 1969; Stewart, 1983).

La anatomía a nivel de la raíz del pene es similar a la descrita para los rumiantes domésticos (Barone, 2001): los pilares del pene eran delgados y cortos, y no tomaban inserción directa sobre los huesos isquion. La disposición de los músculos isquiocavernosos también era muy parecida a la de los rumiantes domésticos (Barone, 2001; König y Liebich, 2011). Los músculos isquiocavernosos comprimen los vasos arteriales y venosos contra el isquion y producen el pico de presión durante la erección máxima y la eyaculación (Beckett et al., 1972, 1974). El músculo bulboesponjoso es impar, y está limitado al bulbo del pene, igual que en los rumiantes domésticos (Barone, 2001; König y Liebich, 2011). La actividad del músculo bulboesponjoso eleva la presión en el cuerpo esponjoso del pene que puede ser transmitida a través de las paredes de la uretra para forzar al semen distalmente en el momento de la eyaculación (Beckett et al., 1975). La actividad de ambos músculos puede ser similar en el venado de campo. El músculo retractor del pene que en los rumiantes con flexura sigmoidea termina en la parte distal de dicha flexura (Barone, 2001; König y Liebich, 2011), en el venado de campo era más largo y extendía su inserción hasta la parte libre del pene. En la Figura 4, en que se esquematiza el pene del wapití (Haigh, 2007), se ve cómo el músculo retractor termina antes del inicio de la parte libre del pene (incluida en la cavidad prepucial), lo que ocurrió un poco más cranealmente en el venado de campo. El músculo retractor del pene puede ayudar en reposicionar al pene y prepucio luego del servicio, pero Ashdown y Pearson (1973) hallaron que este músculo no es esencial para la retracción del pene luego del servicio. Debido a que en los rumiantes domésticos este músculo mantiene la forma de la flexura sigmoidea, no es clara su función en el venado de campo debido a la ausencia de la misma. Sin embargo, la extensa inserción en la parte más distal del pene puede ayudar a retornar el pene a la cavidad prepucial.

El glande, que ocupaba la parte distal de la parte libre del pene, fue simétrico, poco desarrollado y desprovisto de proceso uretral en el venado de campo. Esto lo diferencia de la forma asimétrica presente en los rumiantes domésticos (König y Liebich, 2011, Fig. 27), con un proceso uretral corto y no desprendido en el toro, pero libre y largo, de 4 cm en el carnero y 2,5 cm. en el macho cabrío (Barone, 2001). La extremidad distal derecha del cuerpo cavernoso del carnero presenta un relieve contra el glande llamado Tubérculo esponjoso (Barone, 2001; Nomina Anatomica Veterinaria, 2005), que no existía en el venado de campo.

La flexura sigmoidea y el proceso uretral de los rumiantes domésticos son sitios comunes que predisponen al desarrollo de obstrucción por urolitos, incrementando también la dificultad del tratamiento (Jones y Miesner, 2008). Por lo tanto, probablemente el venado de campo sea menos susceptible al bloqueo por urolitos.

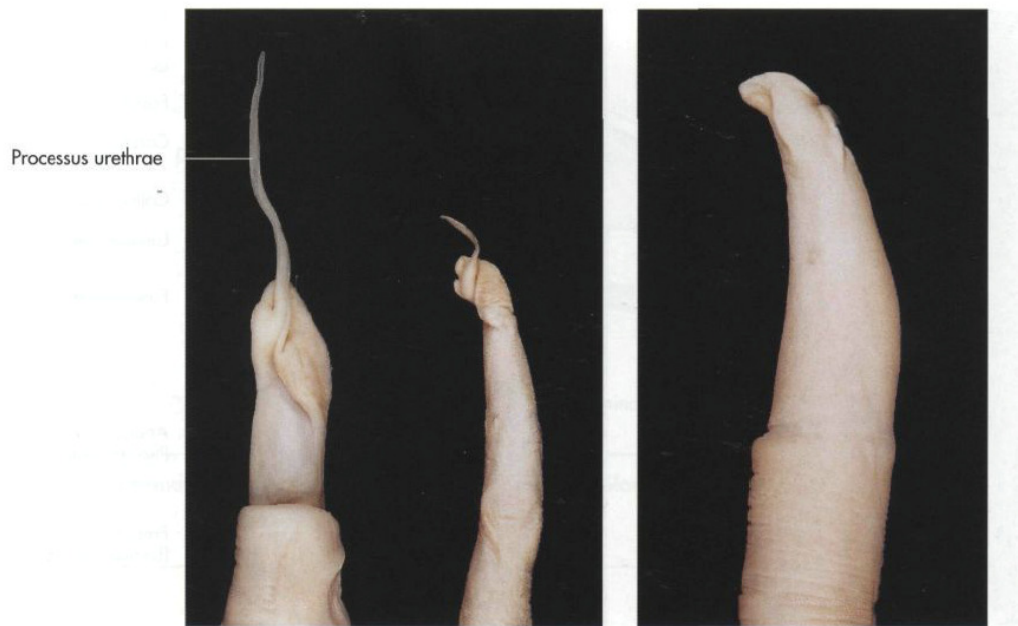


Figura 27. Extremidad distal del pene de carnero, cabra y toro (de izquierda a derecha). (Tomado de König y Liebich, 2011).

Ni el venado de campo ni otros cérvidos presentan la dependencia de la túnica albugínea conocida como el ligamento apical del pene. El mismo causa que la extremidad libre del pene del toro presente una disposición espiroide acentuada durante la erección (Ashdown et al., 1968; Ashdown y Majeed, 1976). Este espiralamiento incrementa el estímulo táctil durante la penetración (Larson y Kitchell, 1958; Bohn, 1969; Ashdown, 2006). En el carnero y el macho cabrío (Rumph y Garret, 1992) la forma es diferente de la reportada por Ashdown (1968) en los toros. Hay dos ligamentos distintos y separados. Estos ligamentos están ubicados sobre las partes laterales de la parte distal del pene. En la eyaculación no hay desviación peneana en ningún sentido. En los venados de campo estudiados no fue posible ver dichos ligamentos, y aunque se constató una incurvación peneana hacia ventrolateral, no es posible saber si durante la monta existe desviación peneana en algún sentido, tema que solo se podría observar con vaginas artificiales transparentes.

La irrigación sanguínea del pene fue similar a la descrita en los pequeños rumiantes domésticos (Tanudimadja et al., 1968; Barone, 2001; König y Liebich, 2011). En el carnero (Noordhuizen-Stassen et al. 1985), toro, macho cabrío, cerdo y perro (Wensing and Dijkstra 1981) se ha propuesto la existencia de anastomosis arteriovenosas entre la arteria testicular y el plexo pampiniforme. En un trabajo reciente en el toro, Polguj et al. (2011) reportaron la presencia de anastomosis indirectas entre la red capilar de los vasa vasorum de la arteria testicular y el plexo pampiniforme. La relación entre las arterias y venas del cordón espermático disminuye la temperatura de la sangre que llega a los testículos (Brito et al. 2004), permite un intercambio hormonal arteriovenoso (Glad-Sorensen et al. 1991), y disminuye la presión sanguínea testicular (Polguj et al. 2011).

Puede ser interesante determinar el vínculo entre el plexo pampiniforme y la arteria testicular, y la eventual presencia de anastomosis arteriovenosas en el venado de campo.

5.3 CONCLUSIONES

En el venado de campo los testículos y su escroto se ubicaban en la región inguinal, no siendo pendulosos como en los rumiantes domésticos. Similar a la situación de los ovarios en la hembra (donde tendió a ser más pesado el ovario derecho), el testículo derecho era de mayor peso que el izquierdo. Presentaban un marcado desarrollo de la túnica dartos del escroto, la cola del epidídimo tenía una porción desprendida del testículo y otra bien adherida a la extremidad caudata del testículo de donde surgía el conducto deferente. Las glándulas accesorias observadas fueron las glándulas ampollares, las glándulas vesiculares y la porción diseminada de la próstata, y presentaban un desarrollo muy escaso. El músculo uretral presentaba un gran desarrollo, el pene era fibroelástico, sin flexura sigmoidea ni proceso uretral, y los músculos retractores del pene fueron muy largos.

6. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Esta es la primera descripción anatómica completa del aparato reproductor del venado de campo debido a que no se encontraron descripciones en la literatura científica sobre este tema.

Las características más relevantes de la hembra son que los ovarios son sumamente pequeños, con tendencia a ser algo más pesado el derecho, ovario en el que se encontraron todos los cuerpos lúteos, lo cual indica mayor funcionalidad del ovario derecho y posiblemente mayor frecuencia de gestaciones en el cuerno derecho del útero. Tampoco presentaban bolsa ovárica, las paredes del tracto reproductor fueron sumamente estrechas y delgadas, y la presencia del ligamento intercornual fue inconstante. Únicamente se encontraron 6 carúnculas entre los dos cuernos uterinos, lo que es similar a lo descrito en otros cérvidos. A nivel del cérvix del útero se destacó la presencia de cuatro pliegues regulares que no obstruyen la luz, y que no deberían ser un obstáculo para el pasaje de una sonda transcervical para la inseminación artificial intrauterina. Más caudalmente no hay divertículo suburetral ni glándulas vestibulares. En cuanto a la irrigación sanguínea se destaca la estrecha relación entre la arteria y la vena ovárica.

En el macho, los testículos y su escroto se ubicaron en la región inguinal, no siendo pendulosos como en los rumiantes domésticos. En forma similar a la tendencia que ocurría en la hembra, el testículo derecho era de mayor peso que el izquierdo. Presentaban un marcado desarrollo de la túnica dartos del escroto, la cola del epidídimo tenía una porción desprendida del testículo y otra bien adherida a la extremidad caudata del testículo de donde surgía el conducto deferente. Las glándulas accesorias formadas por las glándulas ampollares, las glándulas vesiculares y la porción diseminada de la

próstata. El escaso desarrollo de estas glándulas explica el escaso volumen del eyaculado producido y su dificultad para ser palpadas a través del recto,, por lo que no sería fácil implementar la obtención de semen mediante masaje transrectal de las mismas como se hace en los Rumiantes domésticos.

El músculo uretral presentó un gran desarrollo, el pene era fibroelástico, sin flexura sigmoidea ni proceso uretral evidentes, y los músculos retractores del pene fueron muy largos.

Los resultados de este trabajo indican que el aparato reproductor del venado de campo presenta diferencias relevantes con los rumiantes domésticos y con otros cérvidos. Estos hallazgos anatómicos tienen significancia funcional y requieren ser complementados con estudios de la inervación y estudios histológicos que permitirán entender más la fisiología reproductiva de esta especie, dando un conocimiento adecuado para la implementación del manejo reproductivo adecuado y la conservación de la especie.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abusineina, M. E. 1969: Effect of pregnancy on the dimensions and weight of the cervix uteri of sheep. *British Veterinary Journal*, 125, 21-24.
2. Anderson, S. 1985: Lista preliminar de mamíferos bolivianos. *Cuadernos Academia Nacional de Ciencias de Bolivia*, 65, 5-16.
3. Anderson, S. 1993: Los mamíferos bolivianos: notas de distribución y claves de identificación. Publicación especial del Instituto de Ecología- Colección Boliviana de Fauna, La Paz, Bolivia.
4. Ashdown, R. R., S. W. Ricketts, Wardley, R. C. 1968: The fibrous architecture of the penis integumentary covering of the bovine penis. *Journal of Anatomy*, 103, 567-572.
5. Ashdown, R. R., Pearson, H. 1973: Anatomical and experimental studies on eversion of the sheath and protrusion of the penis in the bull. *Research in Veterinary Science*, 15, 13- 24.
6. Ashdown, R. R., Majeed, Z. Z. 1976: The shape of the free end of the bovine penis during erection and protrusion. *Veterinary Record*, 99, 354-356.
7. Ashdown, R. R. 2006. Functional, developmental and clinical anatomy of the bovine penis and prepuce. *CAB Reviews: Perspectives in agriculture, Veterinary science, Nutrition and Natural resources*, 1, No. 021.
8. Aughey, E. 1969: Histology and histochemistry of the male accessory glands of the red deer, *Cervus elaphus* L. *Journal of Reproduction and Fertility*, 18, 399-407.

9. Baird, D. T., Land, R. B. 1973: Division of the uterine vein and the function of the adjacent ovary in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*, 33, 393-397.
10. Barone, R. 2001: Anatomie comparée des mammifères domestiques. Splanchnologie II. Appareil urogenital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale, 3a ed. Paris, Vigot Frères.
11. Beckett, S. D., Hudson R. S., Walker, D. F., Vachon, R. I., Reynolds, T. M. 1972: Corpus cavernosum penis pressure and external penile activity during erection in the goat. *Biology of Reproduction*, 7, 359 – 364.
12. Beckett, S. D., Walker, D. F., Hudson R. S Reynolds, T. M., Vachon, R. I. 1974: Corpus cavernosum penis pressure and external penile activity in the bull during coitus. *American Journal of Veterinary Research*, 35, 761-764.
13. Beckett, S. D., Purohit, R. C. Reynolds, T. M. 1975: The corpus spongiosum penis pressure and external penile muscle activity during coitus. *Biology of Reproduction*, 12: 289- 292.
14. Bohn, A. 1969: Zur innervation der glans penis beim rind. Inaugural dissertation, Munchen.
15. Braga, F. G., González, S., Maldonado, J. E. 2005: Characterization of the genetic variability of Pampas deer in the state of Paraná. *Deer Specialist Group News*, Uruguay, 20, 2-4.
16. Breiterman, S. B. 1975: Anatomy of the uterus in the reindeer. Tip stroeniya matki samok severnykh olenei. *Sbornik-Rabot-Leningradskii-Veterinarnyi-Institut*, 41, 214-221.
17. Brito, L. F., Silva, A. E., Barbosa, R. T., Kastelic, J. P. 2004: Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship

- with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology*, 61,511-528.
18. Bunch, T. D., Ellsworth, H. S. 1981: Gross Anatomy of the ovine cervix. *International Goat and Sheep Research*, 1, 282-285.
 19. Cabrera, A. 1943: Sobre la sistemática del venado y su variación individual y geográfica. *Revista del Museo de la Plata (NS)*, Tomo III, Zool 18, 5-41.
 20. Casida, L. E., Woody, C. O., Pope, A. L. 1966: Inequality in function of the right and left ovaries and uterine horns of the ewe. *Journal of Animal Science*, 25, 1169 – 1171.
 21. Cicmanec, J. L. 1972: Lymphatic and blood vascular relationships of the uterus and ovary in the ewe. *Biology of Reproduction*, 7, 120.
 22. Coudert, S. P., Phillips, G. D., Faiman, C., Chernecki, W., Palmer, M. 1974: A study of the utero-ovarian circulation in sheep with reference to local transfer between venous and arterial blood. *Journal of Reproduction and Fertility*, 36, 319-331.
 23. Degen, A. A., Lee, D. G. 1982: The male genital tract of the dromedary (One – humped) camel (*Camelus dromedarius*): gross and microscopic anatomy. *Anatomia Histologia Embryologia*, 11, 267 – 282.
 24. Del-Campo, C. H., Ginther, O. J., 1973a: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: horses, sheep and swine. *American Journal of Veterinary Research*, 34, 305-316.
 25. Del-Campo, C. H., Ginther, O. J., 1973b: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: Angioarchitecture in sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 34, 1377-1385.

26. Del Campo, C. H. 1980: Anatomy of the ovarian artery in domestic animals. *Anatomia Histologia Embryologia*, 9, 179.
27. Dhingra, L. D. 1979: Angioarchitecture of the Arteries of the Testis of Goat (*Capra aegagrus*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 8, 193-199.
28. Dobrowolski, W., Hafez, E. S. E., 1970: Ovariouterine vasculature in sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 31, 2121-2126.
29. Erdheim, M. 1942: The incidence of right and left horn pregnancies in dairy and beef cattle. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 100, 343-344.
30. Freneau, G. E., Duarte, J. M. B. 2001: Testicle biometry and seminal characteristics of Brazilian Brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) maintained in captivity at the Porto Nacional - Tocantins, Legal Amazonia. *Ars Veterinaria*, 17.
31. Fukuda, M., Fukuda, K. Andersen, C. Y., Byskov, A. G. 2000: Right-sided ovulation favors pregnancy more than left-sided ovulation. *Human Reproduction*, 15: 1921 – 1926.
32. Getty, R., Ghoshal, N. G. 1968: Arterial supply to the reproductive tract of the sheep. *Iowa State Journal of Science*, 43, 19-39.
33. Ginther, O. J., Garcia, M. C., Squires, E. L., Steffenhagen, W. P. 1972: Anatomy of vasculature of uterus and ovaries in the mare. *American Journal of Veterinary Research*, 33, 1561–1568.
34. Ginther, O. J., Del-Campo, C. H., Rawlings, C. A. 1973a: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: a local venoarterial pathway between uterus and ovaries in sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 34, 723-728.

35. Ginther, O. J., Del-Campo, C. H. 1973b: Vascular anatomy of the uterus: areas of close opposition between the ovarian artery and vessel which contain uterine venous blood in sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 34, 1387-1394.
36. Glad Sorensen, H., Lambrechtsen, J. Einer-Jensen, N. 1991: Efficiency of the counter-current transfer of heat and ¹³³xenon between the pampiniform plexus and testicular artery of the bull under in-vitro conditions. *International Journal of Andrology*, 14, 232-240.
37. Godev, C. 1972: Blood vessels of the uterus and placenta of the ewe. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 123, 1095-1104.
38. González, S., Merino, M., Gimenez Dixon, M., Ellis, S., Seal, U. S. 1994: Population and habitat viability assessment for the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Workshop Report Captive Breeding Specialist Group. Apple Valley, Minnesota, USA.
39. González, S.; Álvarez-Valín, F., Maldonado, J. 2002: Morphometric differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new subspecies from Uruguay. *Journal of Mammalogy*, 83, 1127-1140.
40. González, S., Maldonado, J. E., Leonard, J. A., Vilà, C., Barbanti Duarte, J. M., Merino, M., Brum-Zorrilla, N., Wayne, R. K. 1998: Conservation genetics of the endangered Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Molecular Ecology* 7, 47-56.
41. González, S., Alvarez, F., Maldonado, J. E. 2002: Morphometric Differentiation of the Endangered Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus* L. 1758). *Journal of Mammalogy*, 83, 1127-1140.

42. González, S. 2004: Biología y conservación de Cérvidos Neotropicales del Uruguay.: 57 pp.
43. González, S., Merino, M. L. 2008: *Ozotoceros bezoarticus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 23 March 2012.
44. Hackmann, T. J., Spain J. N. 2010: Invited review: Ruminant ecology and evolution: Perspectives useful to ruminant livestock research and production. Journal of Dairy Science 93, 1320-1334.
45. Hadek, R. 1958: Morphological and histochemical study on the ovary of the sheep. American Journal of Veterinary Research, 19, 873-881.
46. Haigh, J. C. 2007: Reproductive anatomy and physiology of male wapiti and red deer. In Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Editado por: Youngquist R, Threlfall W. Saunders: Pp. 932-936.
47. Harrison, R. J., Hamilton, W. J. 1952: The reproductive tract and the placenta and membranes of Pere David's deer (*Elaphurus davidianus* Milne Edwards). Journal of Anatomy, 86, 203-225.
48. Harrison, R. J., Hyett, A. R. 1954: The development and growth of the placentomes in the fallow deer (*Dama dama* L.) Journal of Anatomy, 88, 338 – 355.
49. Hamilton, W.J., Harrison, R.J., Young, B.A.1960: Aspects of placentation in certain Cervidae. Journal of. Anatomy, 94, 1-33.
50. Harvey, P. H., Harcourt, A. H. 1984: Sperm competition, testes size and breeding systems in Primates. In: Robert L. Smith (Editor). Sperm Competition and the Evolution of Animal mating System. Chapter 18, 589 – 599. Academic Press.

51. Hawk, H.W., Conley, H. H. 1975: Involvement of the cervix in sperm transport failures in the reproductive tract of the ewe. *Biology of Reproduction*, 13, 322-328.
52. Hees, H., Leiser, R., Kohlor, T. and Wrobel, K.H. 1984. Vascular morphology of the bovine spermatic cords and testis: light and scanning electron microscopy studies on the testicular artery and pampiniform plexus. *Cell Tissue Res.* 237, 31-38.
53. Hofmann, R. R. 1989: Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78, 443-457.
54. Hook, S. J., Hafez, E. S. 1968: A comparative anatomical study of the mammalian uterotubal junction. *Journal of Morphology*, 125, 159-184.
55. Jacks, F., Setchell, B. P. 1973: A technique for studying the transfer of substances from venous to arterial blood in the spermatic cord of wallabies and rams. *Journal of Physiology*, 233, 17 - 18.
56. Jackson, J. E. 1987. *Ozotoceros bezoarticus*. *Mammalian Species* 295: 1-5.
57. Jackson, J., Langguth, A. 1987: Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. Pp. 402-409, *Biology and management of the Cervidae*, Ed. C. Wemmer, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
58. Jones, M. L., Miesner, M. 2008: Urolithiasis: In Anderson, D. E., Rings, M. editors: *Current Veterinary Therapy 4: Food Animal Practice*. 5^o Edition Philadelphia, Saunders.
59. Kenagy, G. J., Trombulak, S. C. 1986: Size and function of mammalian testes in relation to body size. *Journal of Mammalogy*, 67, 1-22.

60. Kershaw, C., Khalid, M., McGowan, M. R., Ingram, K., Leethongdee, S., Wax, G., Scaramuzzi, R. J. 2005: The anatomy of the sheep cervix and its influence on the transcervical passage of an inseminating pipette into the uterine lumen. *Theriogenology*, 64, 1225-1235.
61. Kimura, J., Sasaki, M., Endo, H., Fukuta, K. 2004: Anatomical and histological characterization of the female reproductive organs of mouse deer (Tragulidae). *Placenta*, 25, 705-711.
62. König, H. E., Liebich, H. G. 2011: Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 5 Auflage. Schattauer.
63. Kristinsson, G., Wissdorf, H. 1985: Bau der Cervix uteri und Verlauf des Canalis cervicis uteri beim Schaf. *Tierärztliche Praxis*, 13, 299-305.
64. Lamond, D. R., Drost, M. 1974: Blood supply to the bovine ovary. *Journal of Animal Science*, 38: 106-112.
65. Larson, L. L., Kitchell, R. L. 1958: Neural mechanisms in sexual behavior. Gross neuroanatomical and correlative neurophysiological studies of the external genitalia of the bull and the ram. *American Journal of Veterinary research*, 853 – 865.
66. Leader-Williams, N. 1979: Age-related changes in the testicular and antler cycles of reindeer, *Rangifer tarandus*. *Journal Reproduction and Fertility*, 57, 117-126.
67. Leader-Williams N., Rosser, A. M. 1983: Ovarian characteristics and reproductive performance of reindeer, *Rangifer tarandus*. *Journal Reproduction and Fertility*, 67, 247-256.
68. Lee, C. S., O'Shea, J. D. 1976: The extrinsic blood vessels of the ovary of the sheep. *Journal of Morphology*, 148, 287-304.

69. Lincoln, G. A. 1971: The seasonal reproductive changes in the Red deer stag (*Cervus elaphus*). Journal of Zoology, 163, 105-123.
70. McCracken, J. A., Custer, E. E., Lamsa, J. C. 1999: Luteolysis: a neuroendocrine-mediated event. Physiological Reviews, 79, 263-323.
71. Martinez-Pastor, F., C. Guerra, M. Kaabi, V. Garcia-Macias, P. de Paz, M. Alvarez, P. Herraiz, L. Anel. 2005: Season effect on genitalia and epididymal sperm from Iberian red deer, roe deer and Cantabrian chamois. Theriogenology, 63, 1857-1875.
72. Mazzolli, M., Benedet, R. C. 1999: Registro recente, redução de distribuição e atuais ameaças ao veado-campeiro *Ozotoceros bezoarticus* (Mammalia, Cervidae) no Estado de Santa Catarina, Brasil. Biotemas, 22, 137 – 142.
73. Menchaca, A., Rubianes, E. 2004: New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. Reproduction Fertility and Development, 16, 403-413.
74. Menchaca, A., Miller, V., Salveraglio, V., Rubianes, E. 2007: Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronize ovulation in goats. Animal Reproduction Science, 102, 76 - 87.
75. Merino, M. L., González, S., Leeuwenberg, F., Rodrigues, F. H. G., Pinder, L., Tomas, W. M. 1997: Veados-campeiros (*Ozotoceros bezoarticus*). Biología e conservação de cervídeos Sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama: 238 pp.
76. Merino, M. L., Becacceci, M. 1999: *Ozotoceros bezoarticus* (Artiodactyla, Cervidae) en Corrientes, Argentina: distribución, población y conservación. Iheringia Série Zoologia, 87, 87 – 92.

77. Morales-Piñeyrúa, Y. 2010: Comportamiento de cópula en el venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). Tesis de grado. Facultad de Veterinaria, Uruguay.
78. Morrow, C., Penfold, L., Wolfe, B. 2009: Artificial insemination in deer and non-domestic bovids. *Theriogenology*, 71, 149-165
79. Mulley, R. C. 2007: Reproductive management of fallow deer. In *Current Therapy in Large Animal Theriogenology* Volume Chapter 129. Edited by: Youngquist RS, Threlfall WR. Missouri:Saunders, Elsevier. 952-965
80. Musa, B. E. 1979: Studies on the ovary of the camel (*Camelus dromedarius*). *Sudan Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 20: 51-56.
81. Naqvi, S. M. K. P., G. K.; Gautam, K. K.; Joshi, A.; Geethalakshmi, V.; Mittal, J. P. 2005: Evaluation of gross anatomical features of cervix of tropical sheep using cervical silicone moulds. *Animal Reproduction Science*, 85, 337-344.
82. Nishida, T., 1970: Morphological study on the reproductive organs of the Korean native goats. Report of the Research Group on the Native Farm Animals on Eastern Asia, 4, 91-111.
83. Nomina Anatomica Veterinaria, 2005: 5th ed. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf
84. Noordhuizen-Stassen, E. N., Charbon, G. A., de Jong, F. H., Wensing, C. J. 1985: Functional arterio-venous anastomoses between the testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord of rams. *Journal of Reproduction and Fertility*, 75, 193-201.
85. Nowak, R. M. 1999: Walker's Mammals of the World. Vol 2. 6th ed. John Hopkins Univ. Press: Baltimore, MD.

86. Ohta, M. 1959: On sensory innervation of penis and praeputium in goat. Arch. Hist. Jap. 17, 475-496.
87. Pautasso, A., Peña, M. 2002: Estado de conocimiento actual y registros de mortalidad de *Ozotoceros bezoarticus* en la Provincia de Santa Fé. Argentina. Deer Specialist Group News 17, 14-15.
88. Pautasso, A., Peña, M., Mastropaulo, J., Moggia, L. 2002: Distribución y conservación del Venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*) en el norte de Santa Fe, Argentina. Mastozoología Neotropical 9, 64-69.
89. Pérez, W., Clauss, M., Ungerfeld, R., 2008: Observations on the macroscopic anatomy of the intestinal tract and its mesenteric folds in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Anatomia Histologia Embryologica, 37, 317–321.
90. Pinder, L. 1994: Status of Pampas deer in Brazil. In: S. González, M. Merino, M. Gimenez-Dixon and S. Ellis (eds), Seal Population and Habitat Viability Assessment for the Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Report CBSG/IUCN, Apple Valley, Minnesota, USA.
91. Polguj, M., Kazimierz, S., Jędrzejewski, K. S., Topol, M. 2011
Angioarchitecture of the bovine spermatic cord. Journal of Morphology, 272, 497–502.
92. Preuss, F. 1954: Untersuchung zu einer funktionellen Betrachtung des Myometrium des Rindes. Morphologisches Jahrbuch, 93, 193-319.
93. Rerkamnuaychoke, W., T. Nishida; M. Kurohmaru and Y. Hayashi. 1991.
Evidence for a direct arteriovenous connection (A-V shunt) between the testicular artery and pampiniform plexus in the spermatic cord of the tree shrew (*Tupaia glis*). J. Anat. 178: 1 – 9.

94. Revol, B., Wilson, P. R., 1991: Ultrasonography of the reproductive tract and early pregnancy in red deer. *The Veterinary Record*, 128, 229-233.
95. Robinson, P. F. 1966: Organ: Body Weight Relationships in the White-Tailed Deer, *Odocoileus virginianus*. *Chesapeake Science*, 7, 217-218.
96. Rowell, J., Betteridge, K.J., Randall, G.C.B., Fenwick, J. C. 1987: Anatomy of the reproductive tract of the female muskox (*Ovibos moschatus*). *Journal of Reproduction and Fertility*, 80, 431-444.
97. Rumph, P. F., Garrett, P. D. 1992: The apical ligaments of the penis of the goat and sheep. *Anatomia Histologia Embryologia* 21, 40-47.
98. Schön, J. Blottner, S. 2009: Seasonal variations in the epididymis of the roe deer (*Capreolus capreolus*). *Animal Reproduction Science*, 111, 344–352.
99. Settergren, I., Galloway, D. B. 1965: Studies on genital malformations in female cattle using slaughterhouse material. *Nordisk Veterinær Medicin*, 17, 9-16.
100. Short, R. V., Mann, T. 1966: The sexual cycle of a seasonally breeding mammal, the roebuck (*Capreolus capreolus*). *Journal of Reproduction and Fertility*, 12, 337-351.
101. Sohn, J. H., Kimura, J. 2012: Observation of male reproductive organ in Korean water deer (*Hidropotes inermis argyropus*). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7, 30 – 37.
102. Stewart, D. 1983: Male genitalia of red deer (*Cervus elaphus*). *New Zealand Veterinary Journal*, 31, 122.
103. Tanudimadja, K., Getty, R., Ghoshal, N. G. 1968: Arterial supply to the reproductive tract of the sheep. *Iowa State Journal of Science*, 43: 19-39.

104. Tavares, E., Cosse, M., Uhart, M., Garcia, R.J. & Dellafiore, C. 2002:
Ozotoceros bezoarticus. In: IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened
Species. <www.iucnredlist.org>.
105. Tarifa, T. 1993: Situación de la especie en Boliva. In: CBSG and IUCN
(eds), Pampas Deer Population and Habitat Viability Assessment. Workshop
Briefing Book, pp. 1-3. IUCN, Apple Valley, Minnesota, USA.
106. Thome, H., Hofmann, R. R. 1980: Zur Entwicklung und vergleichenden
Anatomie des Uterus bicornis von *Cervus elaphus* L. 1758. Anatomia Histologia
Embryologia, 9, 370.
107. Thome, H. 1980: Vergleichend-anatomische Untersuchungen der prae- und
postnatalen Entwicklung und der funktionellen Veränderungen des Uterus von
Rotwild (*Cervus elaphus* Linne, 1758) sowie Altersberechnungen an Feten
dieser Art. In: Schriften des Arbeitskreises für Wildbiologie und
Jagdwissenschaft, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Vol. 6. Stuttgart; German
Federal Republic, Ferdinand Enke Verlag.
108. Thornback, J., Jenkins, M. 1982. The IUCN Mammal Red Data Book. Gland,
Switzerland: IUCN.
109. Thomas, D. B., Ellsworth, H. S. 1981: Gross anatomy of the ovine cervix.
International Goat and Sheep Research, 1, 282-285.
110. Ungerfeld, R., González-Sierra, U.T., Piaggio, J. 2008a: Reproduction in a
semi-captive herd of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus*. Wildlife Biology, 14,
350-357.
111. Ungerfeld, R., González-Pensado, S., Bielli, A., Villagrán, M., Olazabal, D.,
Pérez, W. 2008b: Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros
bezoarticus*): a review. Acta Veterinaria Scandinavica, 50, 16.

112. Vahed, K., Parker, D. J. 2012: The evolution of large testes: sperm competition or male mating rate?. *Ethology*, 118, 107-117.
113. Van Wieren, S. E. 1996: Digestive strategies in ruminants and nonruminants. *Landbouwwuniversiteit Wageningen*, p. 191.
114. Vasin, A. D., 1969: Age-related changes in the vagina and cervix uteri in sheep. *Veterinariia*, 46, 79-81.
115. Vaughan, J. 2011: Ovarian function in South American camelids (alpacas, llamas, vicunas, guanacos). *Animal Reproduction Science*, 124, 237-243.
116. Vidyadaran, M. K.; Sharma, R. S. K., Sumita, S., Zulkifli, I., Razeem-Mazlan, A. 1999: Male Genital Organs and Accessory Glands of the Lesser Mouse Deer, *Tragulus javanicus*. *Journal of Mammalogy*, 80,199-204.
117. Villagrán, M.; Beracochea, F.; Sestelo, A.; Gonzalez-Pensado, S.; Ungerfeld, R. 2010. Female effect on pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): Semen differences between males in permanent contact or isolated from females. 7th International Deer Congress. Huilo huilo, Chile.
118. Wallace, V., Birtles, M.J. 1985: The accsesory sex glands of red deer stag. *Biology of Deer Production. The Royal Society of New Zealand Bulletin*, 22, 193- 196.
119. Wang-Liping, Wang-Yonglin, Ji Yagie. 1994: Observing the tissue morphology of adult female roe deer genitals. *Quarterly of Forest By Product and Speciality in China*, 4, 1-2.
120. Weber, M., González, S. 2003: Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Ecoscience*, 10, 443-454.

121. Wemmer, C. 1998. Deer: status survey and conservation action plan (IUCN/SSC Action plans for the conservation of biological diversity). World Conservation Union, Oxford, p. 112.
122. Wensing, C.J.C. , Dijkstra, G. 1981. The morphological relation between the testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord. Acta Morphologica Neerlandica – Scandinavica. 19, 162.
123. West, N. O, Nordan, H. C. 1976: Hormonal regulation of reproduction and the antler cycle in the male Columbian black-tailed deer (*Odocoileus hemionus columbianus*). Part II. The effects of methallibure and hormone treatment. Canadian Journal of Zoology, 54, 1637-1656.
124. Wilson, P. R., Haigh, J. C., 2007: Reproductive management of farmed deer and wapiti. In Current Therapy in Large Animal Theriogenology Volume Chapter 128. Edited by: Youngquist RS, Threlfall WR. Missouri: Saunders, Elsevier; 943-952.

ANEXOS

ANEXO 1

RDA Manuscript Proof

Reproduction in Domestic Animals

Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) male genital organs

Journal:	<i>Reproduction in Domestic Animals</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Pérez, William Vázquez, Noelia Ungerfeld, Rodolfo; Facultad de Veterinaria, Fisiología
Subject Area:	Andrology < General reproduction, small ruminants < Species:, wild/zoo < Species:

SCHOLARONE™
Manuscripts

Review

RDA Manuscript Proof

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1 Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Lasplacas 1620,
2 Montevideo11600, Uruguay.

3

4

5 **Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*,**
6 **Linnaeus 1758) male genital organs**

7

8 W Pérez¹, N Vazquez¹ and R Ungerfeld²

9

10 ¹Área de Anatomía; Departamento de Fisiología², Facultad de Veterinaria,
11 Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

12

13 Running head : Gross anatomy of the pampas deer male genital organs

14 Contents

15

16 To describe the macroscopic anatomy of the genital organs of the male pampas
17 deer (*Ozotoceros bezoarticus*), organs from ten animals dead in a captive breeding
18 station were dissected. The unpigmented scrotum was located in the inguinal
19 region near the body, and was covered by the thighs. In the investments of the
20 testicles the dartos tunic had a great development. The cremaster muscle was
21 located dorsocaudal to the testicle, and was caudally divided into three bundles of
22 fibers. The right testicle was significantly heavier than the left, and there was a
23 positive relationship between body weight and weight of both testicles. The tail of
24 the epididymis, ventrally located, had a caudal portion attached to the tail
25 extremity of the testicles by the proper ligament of the testicles, and a portion
26 elongated free caudally located. The deferent duct was located caudomedially to
27 the corresponding testicles. The accessory genital glands were the ampullary
28 glands, vesicular glands, and a small pars disseminata of the prostate. The penis
29 was fibroelastic, without sigmoid flexure, with a thick albuginea. The retractor
30 penis muscle was very long, and ended in the distal part of the penis near the
31 rudimentary glans. The general disposition of the male genital organs of the
32 pampas deer were similar to that of other ruminants, with some differences as the
33 size and location of the testicles, the absence of the sigmoid flexure of the penis,
34 the minor number of accessory genital glands. Our results may be specially useful
35 as it provides with information that may be considered for the development of
36 male reproductive biotechnologies.

37

38

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

39 **Key words:** accessory genital glands, anatomy, cervidae, reproductive organs,
40 testicles
41

For Peer Review

Introduction

The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758) was a wide-ranging species, originally distributed in the open grasslands (pampas) across eastern South America, from 5° to 41° S (Jackson and Langguth 1987). However, loss of habitat, unregulated hunting, competition with cattle (Jackson and Giullieti 1988), and transmission of cattle diseases (Jungius 1976) caused a drastic decrease in pampas deer number and population distribution. The species is considered as Near Threatened by the IUCN (IUCN 2011), with small populations reported in Argentina, Brazil and Uruguay. The existence of two subspecies, endemic to Uruguay, *O. b. arerunguensis* (Salto, 31°65' S, 56°43' W) and *O. b. uruguayensis* (Rocha, 33°45' S, 54°02' W), different from *O. b. bezoarticus*, *O. b. leucogaster* and *O. b. celer* (Jackson and Langguth 1987), was recently reported (González et al. 2002). In Uruguay there is a third population breed in semicaptivity since 1981/82 (Ungerfeld 2008a), allocated at the Estación de Cría de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA) (33°47' S, 54°00' W). The cryopreservation of gametes and the development of gene banks are useful techniques to improve conservation status of endangered species as the pampas deer (Garde et al. 2006). For this purpose, techniques for semen collection should be adequately adapted to the biology of each species. The first experiences of semen extraction with electroejaculation in pampas deer have been recently published (Fumagalli et al. 2012). However, one limitation of this management is the lack of knowledge of the male genital anatomy. The only available description is limited due to the low number of animals (n=3), and the incomplete descriptions reported (Ungerfeld et al. 2008b). In addition, publications of the

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

68 reproductive anatomy of other deer species are scarce. Therefore, the aim of this
69 study was to describe the macroscopic anatomy of the genital organs of the male
70 pampas deer.
71

For Peer Review

Materials and Methods

Ten deceased males from the captive population allocated at the ECFA were studied. The body mass (mean $\pm$ SEM) was 21.4 ± 2.6 kg (range 12 to 32.8 kg). The cause of death of the animals was not determined, but in no case was related to diseases that could affect the reproductive tract. Animals were dissected immediately after being found, or were frozen for later dissection. The method of study of the animals was simple dissection, or dissection with the use of loupes. The ventral abdominal wall of each animal was removed. The organs were studied in situ before being removed from the animal, focusing on its topography and irrigation. The genital organs including the ligaments and vessels were removed after sectioning the pubis and ischion, the organs were rinsed in water and fixed in 10% formalin solution. Previously to formalin fixation weight of the testicles. In addition, the physical characteristics of length, width, and thickness of the testicles, and size of the accessory genital glands were recorded in 4 animals. Pictures were taken with a Nikon digital camera. Terms are used in agreement with the Nomina Anatomica Veterinaria (2005). Testicular volume was calculated assuming an ovoid form ($4/3\pi a.b.c$, considering a, b and c as the semiaxes). Weight, measures, volume, and density of both testicles were compared with a paired-t test. Volume was square root transformed before compared. A regression was performed between body and testicles weights. Data are presented as mean $\pm$ SEM.

97
98 **Results**

100 *Exterior and investments of the testicles*

101 The prepuce and scrotum were covered with fine hairs. There were two pairs of
102 male breast homologous to the female, located on either side of the prepuce. The
103 unpigmented scrotum was located in the inguinal region near the body, and was
104 covered by the thighs.

105 The investments of the testicles were formed by the scrotum, the external
106 spermatic fascia, cremasteric fascia and cremaster muscle, internal spermatic
107 fascia and the tunica vaginalis. The scrotum, consisting of skin and dartos, had a
108 great development of the dartos muscle. The external spermatic fascia was formed
109 by a layer of loose connective tissue of the scrotum to facilitate the mobility of
110 deep wrappers. The cremaster muscle was located dorsocaudal to the testicle, and
111 extended to the level of the tail of the epididymis, divided into three bundles of
112 fibers in the distal part (Fig. 1). This muscle finally was inserted on the internal
113 spermatic fascia. This fascia was thicker than the outer and was bound intimately
114 to the parietal layer of the vaginal tunic.

116 *Testicles*

117 The testicles were ovoid in shape (Fig. 1). The right testicle was significantly
118 heavier, and greater in volume than the left (Table 1). There were no differences
119 in density. There was a positive relationship between body weight and weight of
120 both testes ($R^2=0.87$ $P<0.0001$) (Fig. 2).

123 Epididymis

124 The epididymis was composed of head, body and tail. Both epididymides
125 measured 67.5 ± 3.1 mm long, with no significant difference between the right
126 and left. The meso-epididymis was very narrow and the scrotal sac was very small
127 (Fig. 1), but allowed the entrance of a tube between the body of the epididymis
128 and the epididymal edge of the testicles. The head of the epididymis was attached
129 to the head extremity of the testicles, the epididymis body was located laterally
130 and caudally. The tail, ventrally located, had a caudal portion attached to the tail
131 extremity of the testicles by the proper ligament of the testicles, and a portion
132 elongated free caudal heading into dorsomedial (Figs. 1, 3).

133

134 *Deferent duct*

135 The deferent duct arose from the fixed caudal epididymal tail (Fig. 3), and was
136 located caudomedially to the corresponding testicles. They had on their
137 extrapelvic part an initial portion and a funicular portion that accompanied the
138 testicular vessels forming the spermatic cord. This was surrounded by wrappers
139 that still remained on the testicles and epididymis. Upon entering the abdomen
140 through the inguinal canal it was separated from other elements constituting the
141 spermatic cord, turned caudally, and headed towards the pelvic cavity. Into the
142 pelvic cavity both deferent ducts were united by the genital fold containing blood
143 vessels. The whole deferent duct reached a length of 28.0 ± 2.3 cm.

144

145 *Accessory genital glands*

146 The following accessory genital glands were recognized (Fig. 4): ampullary
147 glands (glandula ampulla ductus deferentis), vesicular glands, and a very poorly

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

148 developed and spread prostate (pars disseminata). Size of the ampullary glands
149 were 19.2 ± 2.1 mm in length, and 7.8 ± 0.6 mm in width. The length of vesicular
150 glands was 16.6 ± 2.3 , and its width was 9.2 ± 0.7 mm.
151 The duct of the ampulla of the vas deferens and that of the vesicular gland
152 gathered to form an ejaculatory duct which finished open into a hole on each side
153 of dorsal midline of the pelvic urethra, immediately cranial to the prostate. The
154 prostate was located dorsally on the pelvic urethra. Neither body of the prostate or
155 of the bulbourethral glands were recognized. The pelvic urethra presented a well
156 developed urethral muscle, which was 4.0 to 5.0 mm thick (Fig. 4).

157 158 *Prepuce*

159 The prepuce was a single fold of skin formed by two layers, one external and one
160 internal (Fig. 5), which join with the other on the edge of preputial ostium. The
161 inner layer was reflected on the penis at the bottom of the preputial cavity forming
162 the preputial fornix. The distal part of that reflection was the free part of the penis,
163 which at rest occupied the preputial cavity. The outer layer formed only by the
164 skin, with little difference to neighboring regions particularly to the scrotum. The
165 inner layer was a modified skin, thinner than the outside and hairless. When the
166 penis protrudes the inner layer covers the protruding part. The integument of the
167 penis from its free part is well differentiated from the inner layer of the prepuce that
168 covers more caudally the body of the penis.

169 Between these two layers there was a very loose joint plan, conformed by the
170 vessels and nerves, and the endings of the preputial muscles. There were two
171 preputial muscles, both dependent on the cutaneous trunk muscle. On each side
172 there was a cranial preputial muscle originated on the side of the xiphoid region,

173 which was headed under the skin to the entrance of the prepuce ending at the
174 opposite between the two sheets of the prepuce. Preputial muscle arose near the
175 caudal superficial inguinal ring, and was directed to the deep surface of the
176 foreskin, near the preputial ostium.

177 The blood vessels of the foreskin were located between the two sheets. The
178 arteries outcomed from the caudal superficial epigastric artery, and were satellites
179 of the veins.

181 *Penis*

182 The penis, that had a total length of 20.0 ± 1.9 cm, had a root, body and glans. It
183 was fibroelastic, without a clear sigmoid flexure, with a thick albuginea that
184 detached the trabeculae that subdivides the erectil bodies.

185 The root of the penis was inserted into the isquiatic arc by two small pillars of the
186 penis, that were surrounded by the ischiocavernosus muscles (Fig. 5). These
187 muscles were dark red, originated on the ischial arch and the ischiatic tuberosity,
188 and ended on the albuginea of the corpora cavernosa.

189 The extrapelvic or penile urethra was surrounded by a thin corpus spongiosum
190 composed by erectile tissue. This erectile body swelled at the root of the penis,
191 forming the bulb of the penis that was covered by the bulbospongiosus muscle
192 (Fig. 6). The sides of the bulbospongiosus muscle and the medial of the
193 ischiocavernosus muscles that contact with them were covered with a pearly white
194 aponeurosis and were planiformes.

195 The retractor penis muscle was pink, and very long (Fig. 5). It was originated on
196 the ventral surface of the second and third coccigeal vertebrae, passing near the
197 anus, and continued parallel to the other muscle by the ventral penis side, ending

198 in the distal part of the penis, near the glans (Fig . 6). The glans was very
199 rudimentary, covered the distal part of the penis (Fig. 6), with the free part of the
200 penis noticeable incurved ventrally and laterally to the right.

201

202 *Reproductive tract blood supply*

203 The blood supply of the scrotum and prepuce (described above) came from
204 branches of the external pudendal artery. The testicular artery, a direct branch of
205 the aorta was the arterial blood supply for the testicles and the epididymis, going
206 down through the spermatic cord, surrounded by small testicular veins forming
207 the pampiniform plexus, which was not much developed. Both vessels were
208 distributed from the head extremity of the testicles (Fig. 2).
209 The arteries of the penis came from a branch of the internal pudendal artery, the
210 penis artery (A. penis). At the root of the penis, this artery originated the penis bulb
211 artery, which entered and irrigated the corpus spongiosum of the penis. Then, the
212 artery of the penis was placed between the bulb and the corresponding pillar of the
213 penis, and was divided into two branches, one deep and one dorsal. The deep
214 artery of the penis pierce the albuginea and was distributed into the corpus
215 cavernosum. The dorsal penile artery was placed on the back of the body,
216 directing to the glans.

217 The veins formed a dorsal and a deep system. The dorsal veins were originated on
218 the free part of the penis and ended in the internal pudendal vein.

219

Discussion

According to our knowledge, this is the first complete description of the male genital organs in a deer specie. Moreover, this description may be specially usefull as it provides with information that may be considered for the improvement of semen collection techniques in an endangered specie, as is the pampas deer. Although the general disposition of the male genital organs of the pampas deer were similar to that of domestic ruminants, it presented some important differences as the size and location of the testicles, the absence of the sigmoid flexure of the penis, and the minor number and development of the accesory genital glands.

In comparison with other described cervids as the elk (*Cervus canadensis*) (Haigh 2007), and the red deer (*Cervus elaphus*) (Aughey 1969; Stewart 1983), pampas deer had differences in the testicles size and accesory glands. Unlike domestic ruminants, deer scrotum was not pendulous, and was located in the inguinal region, protected by the thighs from possible injuries. The arrangement of the testicular envelopes was similar to that described in domestic ruminants (Barone 2001; König and Liebich 2011), with further development of the tunica dartos. The unit weight of the testicles never exceeded 11.8 g, greatly smaller than in the ram (170 to 250 g) , and in the buck (130 to 160 g) (Barone 2001). Similar to what we observed, Barone (2001) reported that in the bull the right testicle is slightly heavier than the left one. In this sense, it is interesting to speculate with a possible asymetrical gonad development in this specie, as we also observed that in absence of a corpus luteum, right ovaries were heavier than left ovaries (unpublished observations).

Body weight and testicular weight were positively related. This reflects that if

other environmental signals –as seasonal changes or hierarchical pressures– affect testicular size, its effect is not greatly stronger in the testicular weight than in body weight. In any case, testicles are relatively small compared with other small ruminants, even considering them in relation to body size (Barone 2001). It is interesting that in many mammals relative size of testes is directly related to mating system (Harvey and Harcourt 1984; Vahed and Parker 2012). In this sense, testicles are relatively small in single-male breeding systems (monogamy or cases of extreme polygyny in which a single male does all the breeding) (Kenagy and Trombulak 1986). On the other hand, testicles are relatively large in multi-male breeding systems (promiscuous or polyandrous systems, where several different males compete to mate with each female during the same estrus). In these cases, the evolution of large testes can be attributed to high copulatory frequencies and high sperm production (Kenagy and Trombulak 1986). As pampas deer females have a very short period during which matings are accepted (only some minutes, Morales and Ungerfeld, unpublished data), offspring sex is probably less affected by sperm competition. This may explain the relatively small testicular size compared to those of other ruminants in which there is more competition to access to estrous females, or in which sperm competition strongly influences probabilities of letting progeny. Size of testes has undoubtedly evolved in each species in response to a variety of additional factors beyond the first-order influence of body size.

The tail of the epididymis of pampas deer had a free portion detached of the testicle, which is not present in domestic ruminants (Barone 2001; König and Liebich 2011). The fixed portion was located as in the others ruminants on the underside of the scrotum, where it was possible to feel it.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

271 The accessory glands present in the pampas deer were the disseminated prostate,
272 the vesicular and ampullary glands were all poorly developed. This is consistent
273 with the low volume of the ejaculate obtained, even when electroejaculation is
274 used (usually less than 0.5 μ L; Ungerfeld et al. 2008b; Villagrán et al. 2010). In
275 contrast, domestic ruminants (König and Liebich 2011), the elk (*Cervus*
276 *canadensis*) (Haigh 2007), and the red deer (*Cervus elaphus*) (Aughey 1969;
277 Stewart 1983) had all the accessory glands present.

278 The prepuce was similar in shape to that of domestic ruminants. Like the penis of
279 domestic ruminants, the penis was fibroelastic, with little erectile tissue. This type
280 of penis have a fast erection, requiring little blood, but usually is hard to rest
281 again (König and Liebich, 2011). The fibroelastic tunic and the trabeculae of the
282 corpus cavernosum form a fairly rigid structure that provides a semirigid
283 container. Thus, even a small increase in the volume when is filled with blood
284 during erection would produce a large increase in pressure (Beckett et al. 1972,
285 1974).

286 The sigmoid flexure present in the penis of domestic ruminants was not present in
287 the pampas deer. This flexure is also lacking in the elk (*Cervus canadensis*)
288 (Haigh 2007), and the red deer (*Cervus elaphus*) (Aughey 1969; Stewart 1983).

289 The root of the penis was similar to that of domestic ruminants, with the pillars
290 thin and short, although it did not have direct insertion on the ischial bones, as
291 it is observed in domestic ruminants (Barone 2001).

292 The arrangement of the ischiocavernosus muscles was also very similar to that
293 observed in domestic ruminants (Barone 2001; König and Liebich 2011). The
294 ischiocavernosus muscles occludes arterial and venous flow against the ischium,
295 making the corpus cavernosum a closed system during peak erection and produces

the peak of presion during maximum erection and ejaculation (Beckett et al. 1972, 1974). The bulbospongiosus muscle was limited to the penile bulb as in domestic ruminants (Barone 2001). The bulbospongiosus muscle rise the pressure in the corpus spongiosum penis that would be transmitted across the wall of the urethra to force semen distally at the time of ejaculation (Beckett et al. 1975). This two muscles can act similarly in pampas deer. The retractor penis muscle that in the ruminants with sigmoid flexure ends in the distal part of the flexure (Barone 2001; König and Liebich 2011), in pampas deer was longer and extended its insertion to the free part of the penis. Haigh (2007) drew the penis of elk (*Cervus canadensis*), with the retractor muscle ending before the start of the free part of the penis (included in the preputial cavity). This occurred more cranially on the pampas deer. Although in domestic ruminants retractor penis muscle may help in repositioning the penis and prepuce after service, Ashdown and Pearson (1973) considered that this muscle is not essential for penis retraction. As in domestic ruminants this muscle maintains the shape of the sigmoid flexure, it is not clear its function in the pampas deer as it does not present sigmoid flexure. However, the extensive insertion into the free part of the penis can return the penis into the preputial cavity.

The glans, which occupied the distal part of the free part of the penis, was poorly developed and simetric, differing with the asymetry observed in domestic ruminants (Barone 2001; König and Liebich 2011). The right distal extremity of the cavernous body of the ram has a relief against the glans called *Tuberculum spongiosum* (Barone 2001; Nomina anatomica Veterinaria 2005), which did not exist in pampas deer. The pampas deer also lacked from the urethral process, which is an extension of the urethra 2-4 cm beyond the distal end of the penis,

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

321 present in the ram and the buck (Barone 2001; König and Liebich 2011). The
322 sigmoid flexure and the urethral process of the domestic ruminants are common
323 sites that predispose to the development of obstruction by uroliths, increasing also
324 treatment difficulty (Jones and Miesner 2008). Therefore, pampas deer should be
325 less susceptible to urolith blockage.

326 The pampas deer also lacked from the spiral arrangement present during erection
327 in the free end of the penis of the bull. This spiralling caused by the tension of a
328 dependence of the albuginea, the apical ligament of the penis (Ashdown et al.
329 1968; Ashdown and Majeed 1976), was involved in tactile stimulation in the
330 intrusion (Larson and Kitchell 1958; Bohn 1969; Ashdown 2006). In sheep and
331 goat there are two separate and distinct ligaments located on the sides of the distal
332 part of the penis, but during ejaculation there is no penis curvature (Rumph and
333 Garrett 1992). In the pampas deer we can not saw those ligaments. Therefore, the
334 stimulation mechanism of the pampas deer is probably different, and the penis
335 may contact directly the walls of the vagina. However, although there was a
336 ventrolateral incurvation on the penis, it is not possible to know if during mating
337 there is a penis curvature, an issue that can only be seen with artificial transparent
338 vaginas.

339 The blood supply of the penis was similar to that described in small domestic
340 ruminants (Tanudimadja et al. 1968; Barone 2001; König and Liebich 2011). In
341 the ram (Noordhuizen-Stassen et al. 1985), bull, buck, boar and dog (Wensing and
342 Dijkstra 1981) has been proposed the existence of arteriovenous shunts in the
343 pampiniform plexus. In a recent work, Polguj et al. (2011) reported the presence
344 of anastomoses between the capillary network of the vasa vasorum of the
345 testicular artery and pampiniform plexus veins of the bull. The relationship

1
2
3
4 346 between arteries and veins in the spermatic cord decreases the temperature of
5 347 blood arriving to the testicles (Brito et al. 2004), allows arterio-venous hormonal
6
7 348 exchange (Glad-Sorensen et al. 1991), and regulates testicular blood flow (Polgaj
8
9 349 et al. 2011). It would be interesting to determine the link between the
10
11
12 350 pampiniform plexus and testicular artery, and the eventual presence of
13
14 351 arteriovenous anastomoses in the pampas deer.

15
16 352 Overall, the results of this study provided an overview of the gross anatomy of the
17
18 353 male genital organs of the pampas deer. The most significant differences with
19
20 354 other ruminants were found in the size and position of the testicles, the absence of
21
22 355 sigmoid flexure of the penis, and in the small development of the accessory genital
23
24 356 glands. These anatomical findings have functional significance previously
25
26 357 discussed. More investigation into innervation of the genital organs, histological
27
28 358 structure of the testicles, arteriovenous relations in the spermatic cord, and
29
30 359 structure of erectil bodies and the tunica albuginea of the penis is needed.
31
32
33

34 360
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

361

362 **Acknowledgements**

363 Authors acknowledge Solana González and Matías Villagrán for their help
364 collecting dead animals, and to the Intendencia de Maldonado (IDM), for the
365 facilities to develop research at the ECFA. Financial support: CSIC (UdelaR) and
366 IDM.

367

368 **Conflict of interest**

369 Authors have no conflict of interest.

370 **References**

- 371 Aughey E, 1969: Histology and histochemistry of the male accessory glands of
372 the red deer, *Cervus elaphus* L. J. Reprod. Fertil. 18 399-407.
- 373 Ashdown RR, Ricketts SW, Wardley RC, 1968: The fibrous architecture of the
374 penis integumentary covering of the bovine penis. J. Anat. 103 567-572.
- 375 Ashdown RR, Pearson H, 1973: Anatomical and experimental studies on eversion
376 of the sheath and protrusion of the penis in the bull. Res. Vet. Sci. 15 13- 24.
- 377 Ashdown RR, Majeed ZZ, 1976: The shape of the free end of the bovine penis
378 during erection and protrusion. Vet. Rec. 99 354- 356.
- 379 Ashdown RR, 2006: Functional, developmental and clinical anatomy of the
380 bovine penis and prepuce. CAB Reviews: Perspectives in agriculture, Veterinary
381 science, Nutrition and Natural resources, 1, No. 021.
- 382 Barone R, 2001: Anatomie comparée des mammifères domestiques.
383 Splanchnologie II. Appareil urogénital, fœtus et ses annexes, péritoine et
384 topographie abdominale, 3rd ed. Paris, Vigot Frères.
- 385 Beckett SD, Hudson RS, Walker DF, Vachon RI, Reynolds TM, 1972: Corpus
386 cavernosum penis pressure and external penile activity during erection in the goat.
387 Biol. Reprod. 7 359- 364.
- 388 Beckett SD, Walker DF, Hudson RS, Reynolds TM, Vachon RI, 1974: Corpus
389 cavernosum penis pressure and external penile activity in the bull during coitus.
390 Am. J. Vet. Res. 35 761-764.
- 391 Beckett SD, Purohit RC, Reynolds TM, 1975: The corpus spongiosum penis
392 pressure and external penile muscle activity during coitus. Biol. Reprod. 12 289-
393 292.

- 394 Bohn A, 1969: Zur innervation der glans penis beim rind. Inaugural dissertation,
395 Munchen.
- 396 Brito L, Silva A, Barbosa T, Kastelic J, 2004: Testicular thermoregulation in *Bos*
397 *indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular
398 vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm
399 production. *Theriogenol.* 61, 511-528.
- 400 Glad-Sorensen H, Lambrechtsen J, Einer-Jensen N, 1991: Efficiency of the
401 countercurrent transfer of heat and 133 Xenon between the pampiniform plexus
402 and testicular artery of the bull under in-vitro conditions. *Int. J. Androl.* 14 232-
403 240.
- 404 Fumagalli F, Villagrán M, Damián JP, Ungerfeld R, 2012: Physiological and
405 biochemical parameters in response to electroejaculation in adult and yearling
406 anesthetized pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *Reprod. Domestic*
407 *Anim. Early View* (Published online 2011).
- 408 Garde JJ, Martínez-Pastor F, Gomendio M, Malo AF, Soler AJ, Fernández-Santos
409 MR, Esteso MC, García AJ, Añel L, Roldán ER, 2006: The application of
410 reproductive technologies to natural populations of red deer. *Reprod. Domestic*
411 *Anim.* 41 93-102.
- 412 González Rodríguez S, Maldonado JE, Leonard JA, Vilà C, Barbanti JM,
413 González S, Álvarez Valín F, Maldonado J, 2002: Morphometric differentiation
414 of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new
415 subspecies from Uruguay. *J. Mammal.* 83 1127-1140.
- 416 Haigh JC, 2007: Reproductive anatomy and physiology of male wapiti and red
417 deer. In *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Edited by: Youngquist
418 R, Threlfall W. Saunders: Pp. 932-936.

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
- 419 Harvey PH, Harcourt AH, 1984: Sperm competition, testes size and breeding
420 systems in Primates. In: Robert L. Smith (Editor). Sperm Competition and the
421 Evolution of Animal mating System. Chapter 18, 589 – 599. Academic Press.
422 IUCN, 2011. *Ozotoceros bezoarticus*. IUCN Red List of Threatened Species.
423 Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 February 2012.
424 Jackson JE, Langguth A, 1987: Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros*
425 *bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. Pp. 402-409, Biology and
426 management of the Cervidae, Ed. C. Wemmer, Smithsonian Institution Press,
427 Washington, D.C.
428 Jackson JE, Giuggieti J, 1988: The food habits of pampas deer *Ozotoceros*
429 *bezoarticus celer* in relation to its conservation in relict natural grassland in
430 Argentina. Biol. Conservation, 45 1-10.
431 Jones ML, Miesner M, 2008: Urolithiasis: In Anderson DE, Rings M. editors:
432 Current Veterinary Therapy 4: Food Animal Practice. 5th Edition Philadelphia,
433 Saunders.
434 Jungius H, 1976: Status and distribution of threatened deer species in South
435 America. World Wildlife Yearbook. Pp. 203-217. Morges, Switzerland: World
436 Wildlife Fund.
437 Kenagy G J, Trombulak SC, 1986: Size and function of mammalian testes in
438 relation to body size. J. Mammal. 67 1- 22.
439 König HE, Liebich HG, 2011: Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und
440 Farbatlas für Studium und Praxis. 5 Auflage. Schattauer.
441 Larson LL, Kitchell RL, 1958: Neural mechanisms in sexual behavior. Gross
442 neuroanatomical and correlative neurophysiological studies of the external
443 genitalia of the bull and the ram. Am. J. Vet. Res. 19 853- 865.

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
- 444 Nomina Anatomica Veterinaria, 2005: 5th ed. International Committee on
445 Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) <http://www.wava->
446 [amav.org/Downloads/nav_2005.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf)
447 Noordhuizen-Stassen EN, Charbon GA, de Jong FH, Wensing CJG, 1985:
448 Functional arterio-venous anastomoses between the testicular artery and the
449 pampiniform plexus in the spermatic cord of rams. J. Reprod. Fertil. 75 193-201.
450 Polgaj M, Jędrzejewski KS, Topol M, 2011: Angioarchitecture of the bovine
451 spermatic cord. J. Morphol. 272 497-502.
452 Rumph PF, Garrett PD, 1992: The Apical Ligaments of the Penis of the Goat and
453 Sheep. Anat. Histol. Embryol. 21 40-47.
454 Stewart D, 1983: Male genitalia of red deer (*Cervus elaphus*). N. Z. Vet. J. 31
455 122.
456 Tanudimadja K, Getty R, Ghoshal NG, 1968: Arterial supply to the reproductive
457 tract of the sheep. Iowa State J. Sci. 43 19-39.
458 Ungerfeld R, González-Sierra UT, Piaggio J, 2008a: Reproduction in a semi-
459 captive herd of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus*. Wildlife Biol. 14 350 - 357.
460 Ungerfeld R, González-Pensado S, Bielli A, Villagrán M, Olazabal D,
461 Pérez W, 2008b: Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros*
462 *bezoarticus*): a review. Acta Vet. Scand. 50 16.
463 Vahed K, Parker DJ, 2012: The evolution of large testes: sperm competition or
464 male mating rate?. Ethol. 118 107 -117.
465 Villagrán M, Beracochea F, Sestelo A, Gonzalez-Pensado S, Ungerfeld R, 2010:
466 Female effect on pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): semen differences
467 between males in permanent contact or isolated from females. 7th International
468 Deer Congress. Huilo huilo, Chile.

1
2
3 469 Wensing CJC, Dijkstra G, 1981: The morphological relation between the
4
5 470 testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord. Acta Morphol.
6
7 471 Neerl- Scand. 19, 162.
8
9 472
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Peer Review

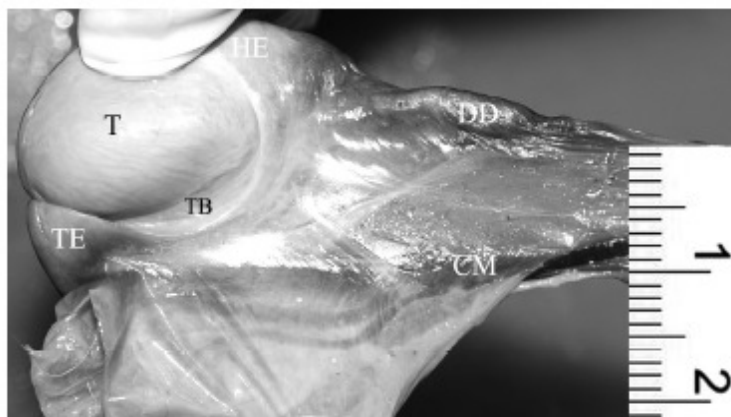
473
474 Legends of the figures
475
476 Figure 1: Testicle and spermatic cord of pampas deer after dissection of the
477 testicular investments.
478 T: testicle, TE: tail of the epididymis, HE: head epididymis, TB: testicular bursa,
479 DD: deferent duct, CM: cremaster muscle.
480
481 Figure 2: Relationship of body and testicular weight in pampas deer.
482
483 Figure 3: Testicle and spermatic cord of pampas deer after dissection of the
484 testicular investments.
485 T: testicle, TE1: tail of the epididymis, fixed part, TE2: tail of the epididymis, free
486 part, DD: deferent duct, HE: head epididymis, TV: testicular vessels.
487
488 Figure 4: Dorsocaudal view of the genital accessory glands and urethra of pampas
489 deer after removal from the pelvic cavity.
490 AG: ampullary gland, VS: vesicular gland, UM: urethral muscle.
491
492 Figure 5: Ventral view of the root of the penis and proximal part of the corpus
493 penis of the pampas deer.
494 BE: bulbospongiosus muscle, IC: ischiocavernosus muscle, SU: urethral sulcus,
495 Arrow: retractor penis muscle.
496
497 Figure 6: Ventral view of the distal part of the penis of pampas deer. G: glans,
498 PIL: internal layer of the prepuce, RP: retractor penis muscle.

1
2
3 499 Correspondence should be sent to: Rodolfo Ungerfeld, Departamento de
4
5 500 Fisiología, Facultad de Veterinaria, Unniversidad de la República, Lasplaces
6
7 501 1550, Montevideo 11600, Uruguay; tel +598-2-6286955; fax: +598-2-6280130; e-
8
9 502 mail address: rungerfeld@gmail.com
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

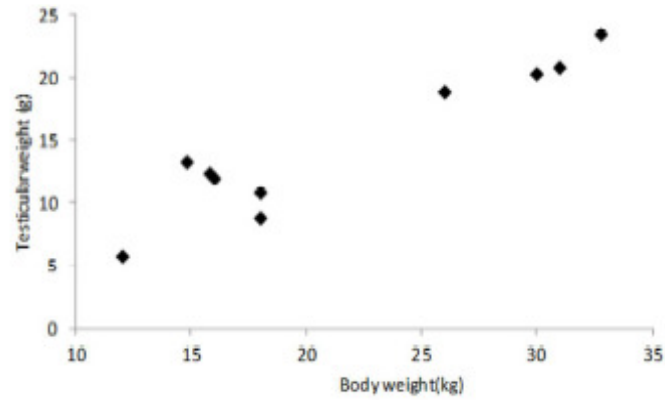
For Peer Review

Table 1: Testicular dimensions of the right and left testicles of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*).

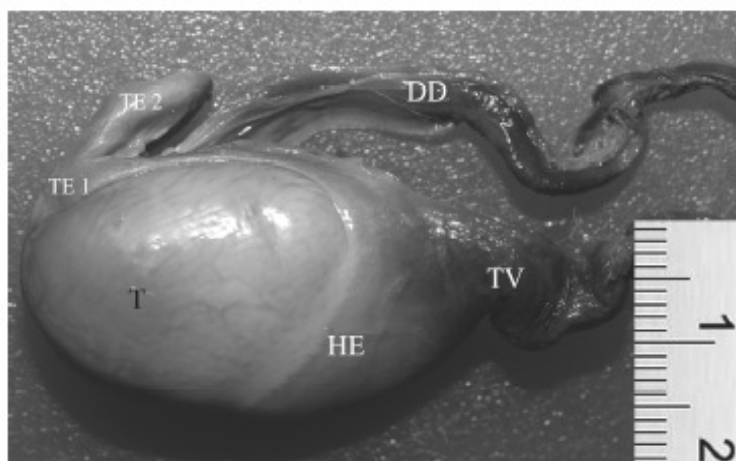
	Right testicle	Left testicle	P
Weight (g)	7.49 ± 0.97	7.18 ± 0.97	0.002
Length (mm)	39.6 ± 9.1	39.8 ± 8.3	ns
Wide (mm)	20.2 ± 1.9	19.8 ± 1.2	ns
Thickness (mm)	18.8 ± 6.5	18.0 ± 7.4	ns
Volume (cm ³)	12.68 ± 9.0	11.38 ± 8.1	0.05
Density (g/cm ³)	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3	ns



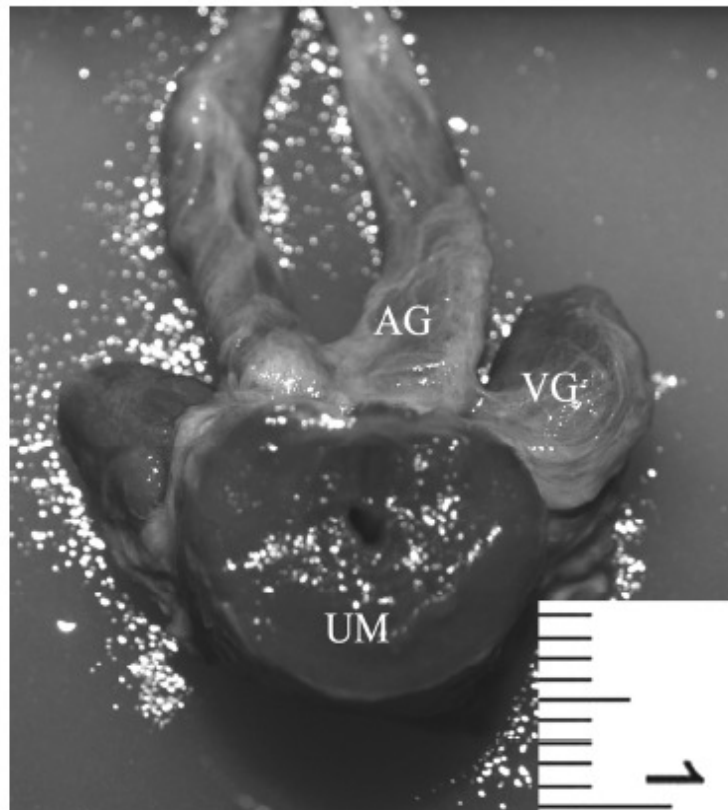
160x89mm (300 x 300 DPI)



229x145mm (72 x 72 DPI)

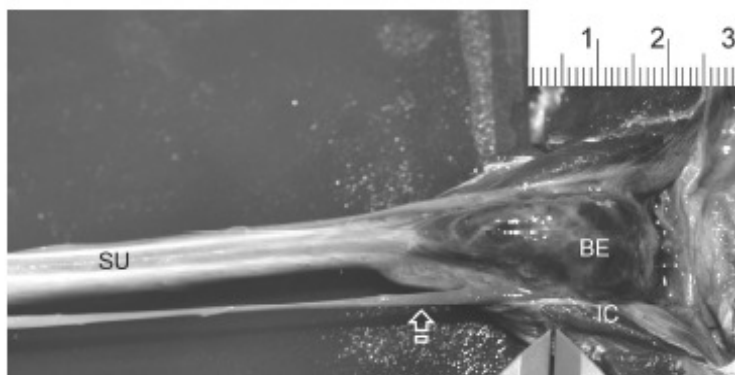


165x100mm (300 x 300 DPI)



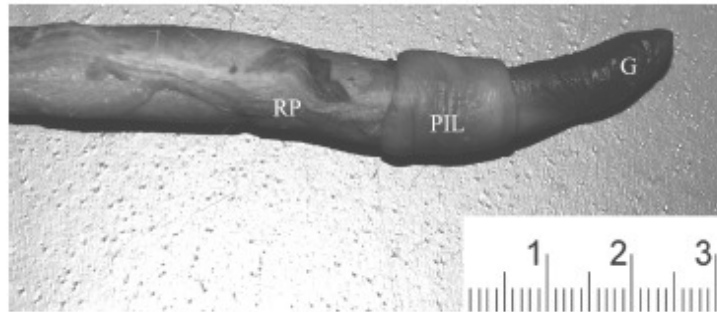
88x96mm (300 x 300 DPI)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



202x99mm (300 x 300 DPI)

Peer Review



194x81mm (300 x 300 DPI)

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT



Date: 27/02/2012 Contributor name: Rodo Ifo Unperfell
 Contributor address: Lasgla ces 1550, Renteria 11000, Uruguay
 Manuscript number (Editorial office only):
 Re Manuscript entitled: Gross anatomy of the paranasal (Osteomas)
nasal cavity (Lipoma 1779) nasal cavity (the "Contribution")
 for publication in: Reproduction in Domestic Animals (the "Journal")
 published by Blackwell Verlag GmbH ("Wiley-Blackwell").

Dear Contributor(s):

Thank you for submitting the Contribution for publication. In order to expedite the editing and publishing process and enable Wiley-Blackwell to disseminate the Contribution to the fullest extent, we need to have this Copyright Transfer Agreement signed and returned as directed in the Journal's instructions for authors as soon as possible. If the Contribution is not accepted for publication, or if the Contribution is subsequently rejected, this Agreement shall be null and void. Publication cannot proceed without a signed copy of this Agreement.

A. RIGHTS GRANTED

1. The Contributor hereby grants to Wiley-Blackwell for the duration of the statutory term of copyright protection, the full and exclusive rights comprised in the Contribution including but not limited to the right to publish, republish, transmit, sell, distribute, store and place in electronic mode of any kind, include in document delivery services and otherwise use the Contribution in whole or in part in electronic and print editions of the Journal and in derivative works throughout the world, in all languages and in all media of expression now known or later developed, and to license or permit others to do so.
2. Reproduction, posting, transmission or other distribution or use of the final Contribution in whole or in part in any medium by the Contributor is permitted by this Agreement upon a citation to the Journal and an appropriate credit to Wiley-Blackwell as Publisher, suitable in form and content as follows: (Title of Article, Author, Journal Title and Volume/Issue Copyright © [year] copyright owner as specified in the Journal).
3. Where necessary, Wiley-Blackwell reserves the right to require changes to the Contribution, including changes to the length of the Contribution, as a condition of acceptance.
4. Please note that Wiley-Blackwell reserves the right, notwithstanding acceptance, not to publish the Contribution if for any reason such publication would result in the reasonable judgement of Wiley-Blackwell, result in legal liability or violation of journal ethical policies.

B. RETAINED RIGHTS

Notwithstanding the above, the Contributor or, if applicable, the Contributor's employer, retains all proprietary rights other than copyright, such as patent rights, in any process, procedure or article of manufacture described in the Contribution.

C. PERMITTED USES BY CONTRIBUTOR

1. **Submitted Version.** Wiley-Blackwell licenses back the following rights to the Contributor in the version of the Contribution as originally submitted for publication:
 - a. After publication of the final article, the right to self-archive on the Contributor's personal internet page or in the Contributor's institutional employer's institutional repository or archive. The Contributor may not update the submitted version or replace it with the published Contribution. The version posted must contain a legend as follows: This is the pre-peer reviewed version of the following article: FULL CITE, which has been published in [journal] as [year] as final article.
 - b. The right to transmit, print and share copies with colleagues.
2. **Accepted Version.** After all the accepted and pre-reviewed but not final version of the Contribution shall be by separate agreement with Wiley-Blackwell. Wiley-Blackwell has agreements with certain funding agencies governing reuse of this version. The details of these relationships, and other

offerings allowing open web use are set forth at the following website: <http://www.wiley.com/go/funderstatements>. NIH grantees should check the box at the bottom of this document.

3. **Final Published Version.** Wiley-Blackwell hereby licenses back to the Contributor the following rights with respect to the final published version of the Contribution:
 - a. Copies for colleagues. The personal right of the Contributor only to send or transmit individual copies of the final published version to colleagues upon their specific request provided no fee is charged, and further provided that there is no systematic distribution of the Contribution, e.g. posting on a website, website or a distributed delivery. For those Contributors who wish to send high-quality eprints, purchase reprints, or who wish to distribute copies more broadly than allowed hereunder (e.g. to groups or colleagues or mailing lists), please contact the publishing office.
 - b. Re-use in other publications. Re-use in other publications. The right to reuse the final Contribution or parts thereof in any publication authored or edited by the Contributor (including journal articles) where such re-used material constitutes less than half of the total material in such publication. In such case, any modifications should be accurately noted.
 - c. Teaching duties. The right to include the Contribution in teaching or training duties at the Contributor's institution/department of employment, including in course packs, seminars, presentation at professional conferences, in-house training, or distance learning. The Contribution may not be used in seminars outside of normal teaching obligations (e.g. commercial seminars). Decoding printing of the final published version in connection with teaching/training at the Contributor's institution/department of employment is permitted subject to the implementation of reasonable access control mechanisms, such as user name and password. Posting the final published version on the user intranet is not permitted.
 - d. Oral presentations. The right to make oral presentations based on the Contribution.

4. **Article Abstracts, Figures, Tables, Data Sets, Artwork and Selected Text (up to 250 words).**

- a. Contributor may re-use unmodified abstracts for any non-commercial purpose. For online use of the abstracts, Wiley-Blackwell encourages but does not require linking back to the final published version.
- b. Contributor may re-use figures, tables, datasets, artwork, and selected text up to 250 words from their Contributions, provided the following conditions are met:
 - i. Full and accurate credit must be given to the Contributor.
 - ii. Modifications to the figures, when necessary, must be noted. Otherwise, no changes may be made.
 - iii. The reuse may not be made for direct commercial purposes, or for financial consideration to the Contributor.
 - iv. Nothing herein shall prevent dual publication in violation of journal ethical practices.

Closure

D. CONTRIBUTIONS OWNED BY EMPLOYER

1. If the Contribution was written by the Contributor in the course of the Contributor's employment (as a "work-made-for-hire" in the course of employment), the Contribution is owned by the company/employer which must sign this Agreement (in addition to the Contributor's signature) in the space provided below. In such case, the company/employer hereby grants to Wiley-Blackwell the full and exclusive rights comprised in the Contribution as specified in paragraph A above throughout the world for the duration of the statutory term of protection.

2. In addition to the rights specified as retained in paragraph B above and the rights granted back to the Contributor pursuant to paragraph C above, Wiley-Blackwell hereby grants back, without charge, to such company/employer, its subsidiaries and divisions, the right to make copies of and distribute the final published Contribution internally (print format or electronically on the Company's internal network, copies so used may not be resold or redistributed externally). However, the company/employer may include information and text from the Contributor as part of an information package included with software or other products offered for sale or license or included in patent applications. Posting of the final published Contribution by the institution on a public access website may require prior written Wiley-Blackwell permission, and payment of any applicable fees. Also, upon payment of Wiley-Blackwell's reprint fee, the institution may distribute print copies of the published Contribution externally.

E. GOVERNMENT CONTRACTS

In the case of a Contribution prepared under U.S. Government contract or grant, the U.S. Government may reproduce, without charge, all or portions of the Contribution and may authorize others to do so, for official U.S. Government purposes only, if the U.S. Government contract or grant so requires. (U.S. Government, U.K. Government, and other government employees, see notes at end.)

ment purposes only, if the U.S. Government contract or grant so requires. (U.S. Government, U.K. Government, and other government employees, see notes at end.)

F. COPYRIGHT NOTICE

The Contributor and the company/employer agree that any and all copies of the final published version of the Contribution in any print, printed, electronic or posted by them in print or electronic format as permitted herein will include the notice of copyright as stipulated in the Journal and a full citation to the Journal as published by Wiley-Blackwell.

G. CONTRIBUTOR'S REPRESENTATIONS

The Contributor represents that the Contribution is the Contributor's original work, all individuals identified as Contributors actually contributed to the Contribution, and all individuals who contributed are included. If the Contributor was present jointly, the Contributor agrees to inform the co-Contributors of the terms of the Agreement and to obtain their signature to this Agreement as their written permission to sign on this behalf. The Contributor is permitted only to the Journal and has not been published before. Offsets from copyrighted works owned by third parties are included, the Contributor will obtain written permission from the copyright owner for all uses, as set forth in Wiley-Blackwell's permissions form or in the Journal's instructions for contributors, and show credit to the source in the Contribution. The Contributor also warrants that the Contribution contains no libelous or unlawful statements, does not infringe upon the rights (including without limitation the copyright, patent or trademark rights or the privacy or other, or certain national or international laws that might cause harm or injury.

CHECK ONE BOX:

☒ Contributor-owned work

ATTACH ADDITIONAL SIGNATURES
IF NECESSARY

Contributor's signature

Date 27/02/2012

Type or print name and title

Co-contributor's signature

Date

Type or print name and title

☐ Company/Institution-owned work

Inadequate for use in the
course of employment

Company or Institution (Employer for Hire)

Date

Authorized signature of Employee

Date

☐ U.S. Government work

Note to U.S. Government Employees

A contribution prepared by a U.S. federal government employee as part of the employee's official duties, which is an official U.S. Government publication, is called a "U.S. Government work," and is in the public domain in the United States. In such cases, the employer may use the Copyright A.1 but must sign on the Contributor's signature line and attach this Agreement. If the Contributor was not present at the time of the work, the employer must sign on the Contributor's signature line and attach this Agreement. If the Contributor was not present at the time of the work, the employer must sign on the Contributor's signature line and attach this Agreement.

☐ U.K. Government work

(Crown Copyright)

Note to U.K. Government Employees

The rights in a Contribution prepared by an employee of a U.K. government department, agency or other Crown body as part of their official duties, in which is an official government publication, belong to the Crown. If a government employee should submit a signed declaration form together with this Agreement. The form can be obtained from the following web address: <http://www.blackwell-synergy.com/copyright/copyright-guidelines>

☐ Other Government work

Note to Non-U.S./U.K. Government Employees

If you are a government employee, please sign this Agreement. Please contact the editorial office.

☐ NIH Grants

Note to NIH Grants

Pursuant to the license, Wiley-Blackwell will publish the accepted version of Contributions authored by NIH grant holders in PubMed Central (PMC) database. The accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see <http://www.wiley.com/go/funding>

CU-001



**Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*,
Linnaeus 1758) female genital organs**

Journal:	<i>Anatomia, Histologia, Embryologia</i>
Manuscript ID:	Draft
Wiley - Manuscript type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Pérez, William; Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Anatomía Vazquez, Noelia; Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Anatomía Ungerfeld, Rodolfo; Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Fisiología
Keywords:	anatomy, cervidae, reproductive organs, ovary
Abstract:	To describe the macroscopic anatomy of the genital organs of the female pampas deer (<i>Ozotoceros bezoarticus</i>), organs from animals dead in a captive breeding station were dissected. Twenty females, 17 adults and 10 prepuberal approximately one year old were studied by gross dissection. The ovaries were very small (similar to what was described in other cervids): the ovaries of adult females without corpora lutea weighed 0.22 ± 0.02 g the right and 0.20 ± 0.01 g the left, and accounted for $0.03 \pm 0.01\%$ of body weight. All corpora lutea ($n=6$) were found in the right ovary, but in cases where there was no corpus luteum present the right ovary was significantly heavier than the left ($P=0.1$). Only 6 caruncles were found in the uterine horn, which differs from the more of 100 that presents domestic ruminants. Four regular folds that were observed in the cervix of the uterus should not be an obstacle to the passage of a transcervical catheter, allowing intrauterine artificial insemination. The close relationship between the ovarian artery and vein stood up could be associated with the passage of the uterine luteolytic factor from the vein into the ovarian artery, avoiding its systemic way, as happens in domestic ruminants. While the plan of organization was similar there are some differences with the descriptions of other ruminants. Our results may be specially useful as it provides with information that may be considered for the development of female reproductive biotechnologies.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1

2

Gross anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*,

3

Linnaeus 1758) female genital organs

4

5

6

Pérez, W. ¹, Vazquez, N. ¹ and Ungerfeld, R. ²

7

8

9

¹Área de Anatomía; ²Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria,

10

Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

11

12

Corresponding author: William Pérez, Área de Anatomía, Facultad de Veterinaria,

13

Universidad de la República, Lasplacas 1650, Montevideo 11600, Uruguay;

14

phone +598-2-6229575; fax: +598-2-6280130; e-mail address:

15

vetanat@gmail.com

Summary

To describe the macroscopic anatomy of the genital organs of the female pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), organs from animals dead in a captive breeding station were dissected. Twenty females, 17 adults and 10 prepuberal approximately one year old were studied by gross dissection. The ovaries were very small (similar to what was described in other cervids): the ovaries of adult females without corpora lutea weighed 0.22 ± 0.02 g the right and 0.20 ± 0.01 g the left, and accounted for $0.03 \pm 0.01\%$ of body weight. All corpora lutea (n=6) were found in the right ovary, but in cases where there was no corpus luteum present the right ovary was significantly heavier than the left ($P=0.1$). Only 6 caruncles were found in the uterine horn, which differs from the more of 100 that presents domestic ruminants. Four regular folds that were observed in the cervix of the uterus should not be an obstacle to the passage of a transcervical catheter, allowing intrauterine artificial insemination. The close relationship between the ovarian artery and vein stood up could be associated with the passage of the uterine luteolytic factor from the vein into the ovarian artery, avoiding its systemic way, as happens in domestic ruminants. While the plan of organization was similar there are some differences with the descriptions of other ruminants. Our results may be specially useful as it provides with information that may be considered for the development of female reproductive biotechnologies.

1
2
3 38
4
5 39 **Key words:** anatomy, cervidae, reproductive organs, ovary
6
7 40
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

For Review Only

41 Introduction

42

43 The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758) was a wide-ranging
44 species, originally distributed in the open grasslands (pampas) across eastern
45 South America, from 5° to 41° S (Jackson and Langguth, 1987). However, loss of
46 habitat, unregulated hunting, competition with cattle (Jackson and Giullieti,
47 1988), and transmission of cattle diseases (Jungius, 1976) caused a drastic
48 decrease in pampas deer number and population distribution. The species is
49 considered as Near Threatened by the IUCN (IUCN, 2011), with small
50 populations reported in Argentina, Brazil and Uruguay. In Uruguay there is the
51 biggest breed in semicaptivity since 1981/82 (Ungerfeld et al., 2008a), allocated at
52 the Estación de Cria de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA) (33°47' S,
53 54°00' W).

54 One strategy to improve populations of endangered species, or to increase its
55 genetic diversity, is the development and application of reproductive
56 biotechnologies. Although interest in these techniques for conservation and
57 management of natural populations of deer has increased during last years, the
58 experience of its application to natural populations is still scarce (Garde et al.,
59 2006). One important limitation is the lack of anatomical and physiological
60 knowledge of those species. In the case of the pampas deer, reproductive biology
61 has recently began to be studied (see review: Ungerfeld et al., 2008b). However,
62 little is still known on females' anatomy, and how this may affect the application
63 of reproductive biotechnologies.

64 Though pampas deer males anatomy has been recently described (Pérez et al.,
65 2012), the only available description of females anatomy is limited due to the low

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

66 number of animals used (n=6), further that all of them were prepuberal, providing
67 limited descriptions (Ungerfeld et al., 2008b). In addition, publications of the
68 reproductive anatomy of other deer species are scarce. Therefore, the aim of this
69 study was to describe the macroscopic anatomy of the genital organs of the
70 pampas deer female.
71

For Review Only

Materials and Methods

Overall, 27 females from the captive population allocated at the ECFA were used. From these, 17 were adults, older than two years old. Eleven of them had no corpora lutea (14.7 ± 0.53 kg; mean $\pm$ SEM), 6 were adults with corpus luteum [3 pregnant (18.4 ± 0.2 kg) and 3 empty (15.4 ± 1.0 kg)], and 10 were prepuberal, all younger than one year (7.2 ± 0.6 kg). The cause of death of the animals was not determined, but in no case was related to diseases that could affect the reproductive tract.

Animals were dissected immediately after being found, or were frozen for later dissection. The method of study of the animals was simple dissection, or dissection with the use of loupes. The ventral abdominal wall of each animal was removed. The organs were studied in situ before being removed from the animal, focusing on its topography and irrigation.

The genital organs including the ligaments and vessels were removed after sectioning the pubis and ischion, the ovaries were measured and weighted, and the size of the cornu of the uterus, cervix, vagina and vestibulum were recorded. Then, the organs were rinsed in water and fixed in 10% formalin solution. Pictures were taken with a Nikon digital camera. Terms are used in agreement with the *Nomina Anatomica Veterinaria* (2005).

Ovarian volume was calculated assuming an ovoid form $[(4/3)\pi a.b.c]$, considering a, b and c as the semiaxes. Weight, measures, volume, and density of both ovaries were compared with a paired-t test. Volume was square root transformed before compared. A regression was performed between body and ovaries weights. Data are presented as mean $\pm$ SEM.

98 Results

99

100 General description

101 The female genitals organs in nonpregnant animals were located into the pelvic
102 cavity. In 4 adult animals cranial parts were located immediately cranial to the
103 pelvic inlet. Considering the entire reproductive tract with the vagina, the uterus
104 horns and body, it was very long, narrow and with relatively thin walls. The same
105 parts described in domestic ruminants, and mentioned in the Nomina Anatomica
106 Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical
107 Nomenclature, 2005) were recognized.

108

109 Ovaries

110 The ovaries were small (Fig. 1; Tables 1, 2 and 3), with two borders (mesovarian
111 and free), two extremities (tubal and uterine) and two sides. The mesovarian
112 border fixed the mesovarium, the tubal extremity to the ovarian fimbria and the
113 uterine extremity was near the proper ligament of the ovary that bound for the
114 mesometrium, near the tubal extremity of the horn of the uterus. There was no
115 ovarian bursa (peritoneal bursa surrounding the ovary), so the ovary was directly
116 visible.

117

118 In 6 of the animal corpus lutea were found, all of them located in the right ovary
119 (Fig. 1). The well-developed corpus luteum was the structure most excelled in the
120 ovarian surface of the studied animals. The ovarian surface was very flat and
121 ovarian follicles were barely visible not protruding above the surface.

122 The ovaries were very small, lightweight, there were no significant differences in

ovarian weight between both ovaries in females before puberty, but the right ovary was thicker ($P=0.04$), and tended to have greater volume ($P=0.09$) than the left (Table 1). In adult females without corpora lutea, the right ovary tended to be heavier ($P=0.1$), and to have greater width ($P=0.08$) and had greater length ($P=0.05$) than the left (Table 2). The right ovary in adult females with corpora lutea was also significantly heavier ($P=0.03$) and had greater length ($P=0.006$) and width ($P=0.005$) than the left (Table 3).

There was a significant relationship between body weight and ovarian weight in prepuberal females ($R^2=0.49$; $P=0.02$), and in adult females without corpora lutea ($R^2=0.44$; $P=0.04$), but not in adult females with corpora lutea ($R^2=0.12$; $P=0.5$). Figure 2 presents the data from the prepuberal and the adult animals that did not have corpus luteum.

135

136 *Uterine tubes*

Uterine tubes were little, flexuous, and ran between the two folds of mesosalpinx, at a distance of approximately 0.5 cm from its free border (Fig. 3). The ovarian and tubal fimbriae, infundibulum, ampulla and isthmus were clearly differentiated. Between the ampulla and the isthmus, the tract narrowed in diameter. Color intensity decreased markedly along the uterine tubes, with the distal part paler than the proximal part. The union of the uterine tube to the uterus was gradually established.

144

145 *Uterus*

The uterus included the cervix, the body, and the horns (Figs. 3, 4). The uterus was bicornuate, narrowing toward the tubal extremity of the horns. The horns

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

148 were curved but not spiraled, and were directed laterally, with a slight ventral
149 curvature, and ended narrowly joining the corresponding uterine tube. In
150 nonpregnant postpuberal females the antimesometrial border length of the right
151 uterine horn was of 4.12 ± 0.29 cm, and the left uterine horn was of 4.28 ± 0.22
152 cm. The width of both horns together was 2.3 ± 0.4 cm. In their separation the
153 uterine horns joined together transversely by an intercornual ligament that was not
154 present in all animals, and when it was present it was widely developed. It
155 measured approximately 0.5 cm at its free cranial border. Each uterine horn had
156 three caruncles aligned in a row. In pregnant animals ($n=3$) the caruncles meshed
157 with the cotyledons to form placentomes, which were in equal numbers.
158 Caudally the uterine horns were joined over 1.0 cm in length by connective and
159 muscular tissue under a common serosal sheet which seemed to increase the
160 length of the body of the uterus. There were no caruncles in the body of the
161 uterus. The length of the body of the uterus in nonpregnant postpuberal animals
162 was 3.4 ± 0.1 cm, and its lumen was continued cranially to the lumen of the
163 uterine horns through two discrete openings situated on both sides of uterine veil
164 (*Velum uteri*).
165 The cervix uteri (Fig. 4) was a firm tube that could be easily distinguished
166 palpating the isolated reproductive tract, from the body of the uterus cranially and
167 the vagina caudally, both softer. The cervix of postpuberal nonpregnant animals
168 was 4.3 ± 0.3 cm long, and 1.0 ± 0.1 cm wide. The cervical canal extended from
169 the internal uterine orifice to the external uterine orifice, that communicated it
170 with the vagina. The projection of the cervix into the vagina or exocervix was
171 greatly reduced.
172 In the cervical canal four circular folds were projected (Fig. 4). These folds had

173 variable shape (annular or spiraled), and varied in size and thickness. The most
174 cranial folds were less developed, but its size increased in the most caudal folds.
175 The vaginal part of the cervix or exocervix was absent in young animals, so the
176 vagina had no fornix, and was only noticeable in older animals, but was little
177 developed. The anatomy of the cervix was always uniformly with no differences
178 in the studied animals.

179

180 *Peritoneal fixing means*

181 Ovaries, uterine tubes, and uterus were suspended from each side of the broad
182 ligament (*Lig. latum uteri*) (Figs. 3, 4), which had its parietal insertion in the
183 union of the sublumbar region with the lateral abdominal region and in the side of
184 the walls of the pelvic cavity. The part destined to the uterus or mesometrium was
185 fixed on the lesser curvature of the horns and the ventrolateral part of the body
186 and cervix. The broad ligament carried vessels and main nerves of the parts of the
187 reproductive tract that suspended. The round ligament of the uterus originates
188 from the lateral side of the broad ligament.

189

190 *Vagina and vaginal vestibule*

191 The vagina and vaginal vestibule (Fig. 4) were similar to those of domestic
192 ruminants. The vagina of the adult animals had a length of 4.5 ± 0.5 cm, and in
193 prepuberal animals of 2.2 ± 0.5 cm. The vaginal vestibule in adult females had a
194 length of 4.2 ± 0.3 cm, and in prepuberals 1.8 ± 0.5 cm. The vaginal mucosa
195 formed longitudinal folds. There was no suburethral diverticulum. The vulvar lips
196 and clitoris were not prominent.

197

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

198 *Blood supply of reproductive tract*

199 The blood reached the female genital tract by branches of the aorta and internal
200 iliac artery. The aorta artery emitted the ovarian artery (formerly called "uterus-
201 ovarian artery") that irrigated the ovary, uterine tube and part of the horn of the
202 uterus.

203 The umbilical artery, visceral branch of the internal iliac artery, emitted the
204 uterine artery, that was placed in the broad ligament, and was responsible for
205 irrigation of most of the horn and the body of the uterus. The uterine artery gave
206 off three branches: cranial, middle and caudal.

207 The cranial branch was anastomosed with the uterine branch of the ovarian artery,
208 and the caudal branch with the uterine branch of the vaginal artery. The vaginal
209 artery was a branch of the internal iliac artery and headed into the vagina, emitted
210 an uterine branch for the neck and caudal part of the body of the uterus. This
211 branch was anastomosed with the caudal branch of the uterine artery.

212 The ovarian vein originated in a plexiform form that received tubaric affluents
213 and became more noticeable when receiving its uterine affluent, satellite of the
214 uterine branch of the ovarian artery. The ovarian artery and vein (after receiving
215 its uterine affluent) were placed in close apposition during a long way to the
216 vicinity of the aorta and caudal vena cava (Fig. 5).

217 The veins that drained the uterus were united in a collector or marginal vein of the
218 uterus that continued cranially with the ovarian vein, and caudally with the
219 vaginal vein. Veins had more anastomosis between them than the arteries.

220

221 Discussion

222 According to our knowledge, this is the first complete description of the female
223 genital organs in a deer specie. Moreover, this description may be specially
224 usefull as it provides with information that may be considered for the
225 development of female reproductive biotechnologies.

226 Although the general disposition of the female genital organs was similar to that
227 of domestic ruminants, it presented some important differences as the size of the
228 ovaries, the presence of corpora lutea only in the right ovary, the greater size of
229 the right ovary, the absence of ovarian bursa, the small number of caruncles in
230 the uterine horn and the presence of four regular folds in the cervix.

231 The ovaries were small in relation to body size compared with other cervids, such
232 as Pere David deer (Harrison and Hamilton, 1952). Both ovaries of the white-
233 tailed deer (*Odocoileus virginianus*) a close species, weighted 0.58 to 2.0 g
234 (Robinson, 1966). In contrast, the ovaries of the sheep and goats measure 15-20
235 mm long, 10-15 mm wide, and weight approximately 2.0 g (Barone, 2001). In the
236 pampas deer the ovarian surface was quite flat and follicles were just visible not
237 protruding above the surface, something that only happened with the corpus
238 luteum, wich protruded in a much lesser degree than that observed in sheep and
239 goats. On the other hand, ovarian surface in sheep and goats is irregular because
240 the follicles and corporea lutea protrud markedly. The follicles may reach 8 mm in
241 sheep (Menchaca and Rubianes, 2004) and more than 10 in goats (Menchaca et
242 al., 2007). This small size of the follicles may limit or difficult the application of
243 some biotechnologies, as follicle ultrasound guided aspiration. In summary, the
244 pampas deer ovaries can be characterized as small, with follicles and corpus
245 luteum much smaller than those observed in other small ruminants.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

246 The fact that when a corpus luteum was present, was always found in the right
247 ovary, and that the right ovary of the females without corpus luteum tended to
248 weight more than the left ovary, may indicate a greater development and activity
249 of the right ovary. In agreement the right testicle of the pampas deer is heavier than
250 the left testicle (Pérez et al., 2012). Coincidentally in the sheep have been reported
251 since 1973 that the right ovary produces more corpus luteum than the left ovary
252 (Casida et al., 1966). In the 61.8% of the sheep that had simple ovulation the
253 corpus luteum was located in the right ovary and the left ovary was most involved
254 in cases of double ovulation (Casida et al., 1966). In cows (Erdheim, 1942;
255 Settergreen and Galloway, 1965) found more pregnancies in the right side. In
256 contrast, in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*) and South American
257 camilids (alpacas, llamas, vicuñas, guanacos) 98% of all the pregnancies were
258 located in the left horn of the uterus (Musa, 1979; Vaughan, 2011). According to
259 our finding most ovarian activity on the right side is similar to the situation that
260 domestic ruminants presented which differs from that described for the camelids.
261 We do not have an evolutionary or physiological explanation for this laterality in
262 the gonad activity.
263 The proper ligament of the ovary of the pampas deer was like that of the domestic
264 small ruminants. The mesosalpinx of the sheep and the goat is large and forms an
265 ovarian bursa lateroventral to the tube (Barone, 2001), but it was very narrow and
266 did not form an ovarian bursa.
267 Pampas deer had a narrow reproductive tract, with relatively thin walls compared
268 to the reproductive tract of the sheep and goats. The uterine tubes and the uterine
269 horns of the pampas deer are also much shorter. There is just one intercornual
270 ligament in sheep and goats, two constants in the cow (Barone, 2001), but only

one, and not always present in the pampas deer. Therefore, the main differences with domestic ruminants refer to the length and wall thickness of the genital tract. There were three caruncles in each uterine horn, similar to the 2-3 reported in the Pere David (Harrison and Hamilton, 1952) and the ~4 of the fallow deer (*Dama dama*) (Harrison y Hyett, 1954). This is strikingly low in relation to what is observed in cattle, sheep and goats, where there are more than 100 caruncles, the thickest of which are located in the body of the uterus (Barone, 2001), place where the pampas deer did not have caruncles. It appears that the number of caruncles is very low in cervids compared to domestic ruminants, but it should have differences in the constitution of the placenta as it has less maternal-fetal exchange areas (placentomas). The uterine cervix projected slightly into the vagina, but it was not as evident as in domestic ruminants. There were always 4 folds in the cervix, which were more similar to the layout of the cow than goat or sheep. In Pere David deer there are 3 to 4 transverse folds in the cervix (Harrison and Hamilton, 1952), similar to those of pampas deer. According to the disposition of the folds, the cervix should not be an obstacle for the introduction of a transcervical catheter for intrauterine artificial insemination or embryo transfer, as happens in the sheep (Kershaw et al., 2005). The suburethral diverticulum which is present in cow, sheep and goats was not observed in pampas deer. There were no vestibular glands, which are presented in 20% of the ewes (Barone, 2001). Our findings about the arterial blood supply of the reproductive tract show some differences with the descriptions of the sheep and goat (Tanudimadja et al., 1968; Getty and Ghoshal, 1968; Barone, 2001), but the distribution of vessels in general

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

296 follows the same plan. The ovarian artery in sheep is tortuous and closely asied to
297 the wall of the ovarian vein (Del Campo and Ginther, 1973), and the walls of the
298 artery and vein are thin in the contact area between the two vessels (Ginther et al.,
299 1973; Del Campo and Ginther, 1973). However, although pampas deer' ovarian
300 artery was not as tortuous as in domestic ruminants, the artery and vein were in
301 close apposition in a considerable lenght until they reached the proximity of the
302 lumbar region. It is interesting to speculate that in the apposited area of the
303 ovarian vessels probably occurs the transfer of prostaglandine F2-alpha from the
304 ovarian vein to the ovarian artery, as occurs in the domestic ruminants (Ginther et
305 al., 1973; Del Campo and Ginther, 1973).
306 Overall, the results of this study provided an overview of the gross anatomy of the
307 female genital organs of the pampas deer. While the plan of organization was
308 similar there are some differences with the descriptions of other ruminants. Our
309 results may be specially usefull as it provides information that may be considered
310 for the development and application of female reproductive biotechnologies.

311 312 **Acknowledgements**

313 Authors acknowledge Solana González and Matías Villagrán for their help
314 collecting dead animals, and to the Intendencia Departamental de Maldonado
315 (IDM), for the facilities to develop research at the ECFA. Financial support: CSIC
316 (UdelaR) and IDM.

References

- Barone, R., 2001: Anatomie comparée des mammifères domestiques. Splanchnologie II. Appareil urogénital, fœtus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale, 3rd ed. Paris, Vigot Frères.
- Casida, L. E., C. O. Woody and A. L. Pope, 1966: Inequality in function of the right and left ovaries and uterine horns of the ewe. *J. Anim. Sci.* 25, 1169-1171.
- Del-Campo, C. H. and O. J. Ginther, 1973: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: Angioarchitecture in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 34, 1377-1385.
- Erdheim, M., 1942: The incidence of right and left horn pregnancies in dairy and beef cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 100, 343-344.
- Fukuda, M., K. Fukuda, C. Y. Andersen and A. G. Byskov, 2000: Right-sided ovulation favors pregnancy more than left-sided ovulation. *Hum. Reprod.* 15, 1921-1926.
- Garde, J. J., F. Martinez-Pastor, M. Gomendio, A. F. Malo, A. J. Soler, M. R. Fernández-Santos, M. C. Esteso, A. J. Garcia, L. Anel and E. R. Roldán, 2006: The application of reproductive technologies to natural populations of red deer. *Reprod. Domestic Anim.* 41, 93-102.
- Getty, R. and N. G. Ghoshal, 1968: Arterial supply to the reproductive tract of the sheep. *Iowa State J. Sci.* 43, 19-39.
- Ginther, O. J., C. H. Del-Campo and C. A. Rawlings, 1973: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: a local venoarterial pathway between uterus and ovaries in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 34, 723-728.
- González Rodríguez, S., J. E. Maldonado, J. A. Leonard, C. Vilà, J. M. Barbanti,

- 342 S. González, F. Álvarez Valin and J. Maldonado, 2002: Morphometric
 343 differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with
 344 description of new subspecies from Uruguay. *J. Mammal.* 83, 1127-1140.
- 345 Haigh, J. C., 2007: Reproductive anatomy and physiology of male wapiti and red
 346 deer. In *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Edited by: Youngquist
 347 R, Threlfall W. Saunders: Pp. 932-936.
- 348 Harrison, R. J. and W. J. Hamilton, 1952: The reproductive tract and the placenta
 349 and membranes of Pere David's deer (*Elaphurus davidianus* Milne Edwards). *J.*
 350 *Anat.* 86, 203-225.
- 351 Harrison, R. J. and A. R. Hyett, 1954: The development and growth of the
 352 placentomes in the fallow deer (*Dama dama* L.) *J. Anat.* 88, 338-355.
- 353 Hamilton, W.J., R. J. Harrison and B. A. Young, 1960: Aspects of placentation in
 354 certain Cervidae. *J. Anat.* 94, 1-33.
- 355 Harvey, P. H. and A. H. Harcourt, 1984: Sperm competition, testes size and
 356 breeding systems in Primates. In: Robert L. Smith (Editor). *Sperm Competition*
 357 *and the Evolution of Animal mating System*. Chapter 18, 589 – 599. Academic
 358 Press.
- 359 International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature
 360 (I.C.V.G.A.N.), 2005: *Nomina Anatomica Veterinaria*, 5th ed. [http://www.wava-](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf)
 361 [amav.org/Downloads/nav_2005.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf)
- 362 IUCN, 2011: *Ozotoceros bezoarticus*. IUCN Red List of Threatened Species.
 363 Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 March 2012.
- 364 Jackson, J. E. and A. Langguth, 1987: Ecology and status of pampas deer
 365 (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. Pp. 402-409,
 366 *Biology and management of the Cervidae*, Ed. C. Wemmer, Smithsonian

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
- 367 Institution Press, Washington, D.C.
- 368 Jackson, J. E. and J. Giuggieti, 1988: The food habits of pampas deer *Ozotoceros*
- 369 *bezoarticus celer* in relation to its conservation in relict natural grassland in
- 370 Argentina. Biol. Conserv. 45, 1-10.
- 371 Jungius, H, 1976: Status and distribution of threatened deer species in South
- 372 America. World Wildlife Yearbook. Pp. 203-217. Morges, Switzerland: World
- 373 Wildlife Fund.
- 374 Kershaw, C., M. Khalid, M. R. McGowan, K. Ingram, S. Leethongdee, G. Wax
- 375 and R. J. Scaramuzzi, 2005: The anatomy of the sheep cervix and its influence on
- 376 the transcervical passage of an inseminating pipette into the uterine lumen.
- 377 Theriogenology. 64, 1225-1235.
- 378 Kristinsson, G. and H. Wissdorf, 1985: Bau der Cervix uteri und Verlauf des
- 379 Canalis cervicis uteri beim Schaf. Tierärztliche Praxis, 13, 299-305.
- 380 König, H. E. and H. G. Liebich, 2011: Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch
- 381 und Farbatlas für Studium und Praxis. 5 Auflage. Schattauer.
- 382 Leader-Williams, N. and A. M. Rosser, 1983: Ovarian characteristics and
- 383 reproductive performance of reindeer, *Rangifer tarandus*. J. Reprod. Fertil. 67,
- 384 247-256.
- 385 Menchaca, A. and E. Rubianes, 2004: New treatments associated with timed
- 386 artificial insemination in small ruminants. Reprod. Fertil. Dev. 16, 403-413.
- 387 Menchaca, A., V. Miller, V. Salveraglio and E. Rubianes, 2007: Endocrine, luteal
- 388 and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronize
- 389 ovulation in goats. Anim. Reprod. Sci. 102, 76 - 87.
- 390 Musa, B. E., 1979: Studies on the ovary of the camel (*Camelus dromedarius*).
- 391 Sudan J. Vet. Sci. Anim. Husb. 20, 51-56.

- 392 Pérez, W., N. Vazquez and R. Ungerfeld. 2012: Gross anatomy of the pampas
393 deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) male genital organs. *Reprod.*
394 *Domest. Anim.* Under review.
- 395 Robinson, P. F., 1966: Organ: Body Weight Relationships in the White-Tailed
396 Deer, *Odocoileus virginianus*. *Chesapeake Sci.* 7, 217-218.
- 397 Rowell, J. E., K. J. Betteridge, G. C. B. Randall and J. C. Fenwick, 1987:
398 Anatomy of the reproductive tract of the female muskoxen (*Ovibos moschatus*). *J.*
399 *Reprod. Fert.* 80, 431-44.
- 400 Settergren, I. and D. B. Galloway, 1965: Studies on genital malformations in
401 female cattle using slaughterhouse material. *Nord. Vet. Med.* 17, 9 -16.
- 402 Tanudimadja, K., R. Getty and N. G. Ghoshal, 1968: Arterial supply to the
403 reproductive tract of the sheep. *Iowa State J. Sci.* 43, 19-39.
- 404 Ungerfeld, R., U. T. González-Sierra and J. Piaggio. 2008a: Reproduction in a
405 semi-captive herd of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus*. *Wildl. Biol.* 14, 350 -
406 357.
- 407 Ungerfeld, R., S. González-Pensado, A. Bielli, M. Villagrán, D. Olazabal and W.
408 Pérez. 2008b: Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*):
409 a review. *Acta Vet. Scand.* 50, 16.
- 410 Vaughan, J. 2011: Ovarian function in South American camelids (alpacas, llamas,
411 vicunas, guanacos). *Anim. Reprod. Sci.* 124, 237-243.
- 412

413
414 **Figure legends**

415

416 Figure 1. Ovaries of pampas deer, with notorious corpus luteum in the right ovary
417 (OD).

418

419 Figure 2. Body and ovarian weight of ovaries without corpus luteum of pampas
420 deer.

421

422 Figure 3. Reproductive tract of female pampas deer dorsally incised. 1: Right
423 uterine horn, 2: Right ovary, 3: Proper ligament of the ovary 4: Mesometrium, 5:
424 Velum uteri, 6: Uterine body, 7: Cervix uteri.

425

426 Figure 4. Caudal part of the reproductive tract of female pampas deer dorsally
427 incised. 1: Mesometrium, 2: Uterine body, 3: Cervix uteri, 4: Vagin, 5: Vaginal
428 vestibulum.

429

430 Figure 5. Blood vessels in the cranial part of the broad ligament of pampas deer.
431 1: Uterine artery, 2: Uterine vein. Arrows: areas of close apposition between
432 ovarian artery and vein. V: Bladder, O: Ovary.

433

Table 1. Ovarian weight and size in prepubertal pampas deer females (n=10).

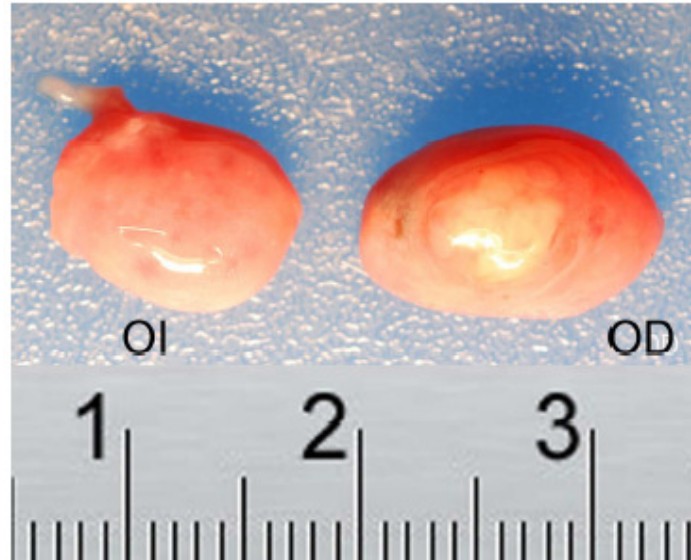
	Right ovary	Left ovary	P
Weight (g)	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.02	ns
Length (mm)	0.78 ± 0.1	0.82 ± 0.1	ns
Wide (mm)	0.47 ± 0.07	0.46 ± 0.08	ns
Thickness (mm)	0.35 ± 0.03	0.31 ± 0.03	0,04
Volume (cm ³)	0.74 ± 0.23	0.56 ± 0.15	0.09

Table 2: Ovarian weight and size in adult female pampas deer without corpus luteum (n=11).

	Right ovary	Left ovary	P
Weight (g)	0.22 ± 0.02	0.20 ± 0.01	0.1
Length (mm)	0.95 ± 0.04	0.92 ± 0.03	0.05
Wide (mm)	0.82 ± 0.16	0.77 ± 0.15	0.08
Thickness (mm)	0.28 ± 0.02	0.38 ± 0.08	ns
Volume (cm ³)	0.9 ± 0.2	1.33 ± 0.63	ns

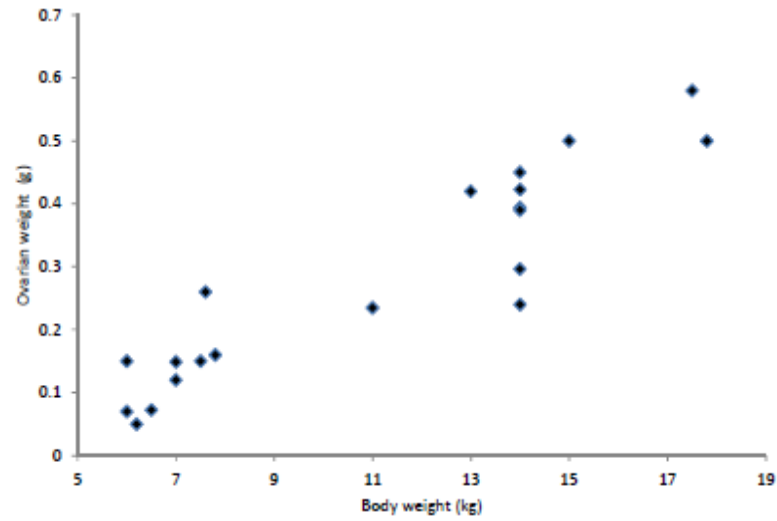
Table 3: Ovarian weight and size in female adult pampas deer with corpus luteum (n = 6). All corpora lutea were observed in the right ovaries.

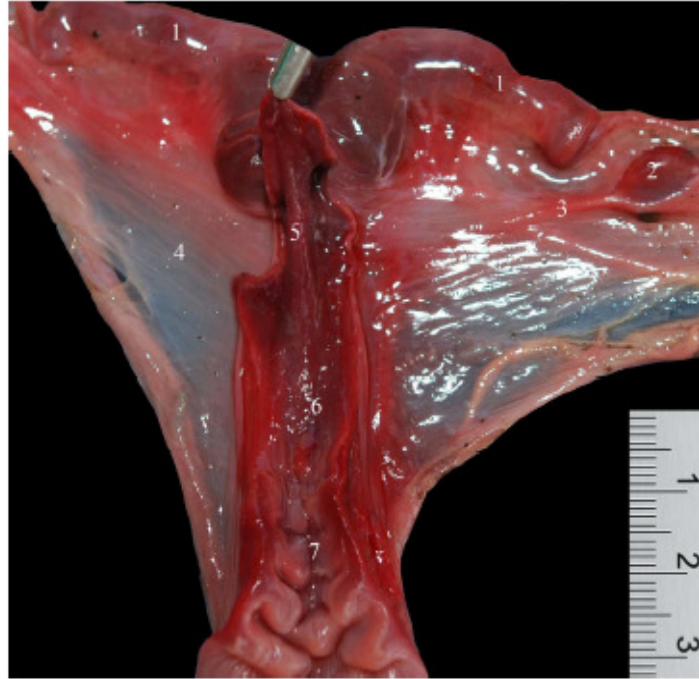
	Right ovary	Left ovary	P
Weight (g)	0.30 ± 0.04	0.21 ± 0.07	0.03
Length (mm)	1.02 ± 0.003	0.92 ± 0.03	0.006
Wide (mm)	0.75 ± 0.03	0.62 ± 0.01	0.005
Thickness (mm)	0.33 ± 0.04	0.48 ± 0.22	ns
Volume (cm ³)	1.07 ± 0.23	1.16 ± 0.57	ns



128x102mm (300 x 300 DPI)

Only





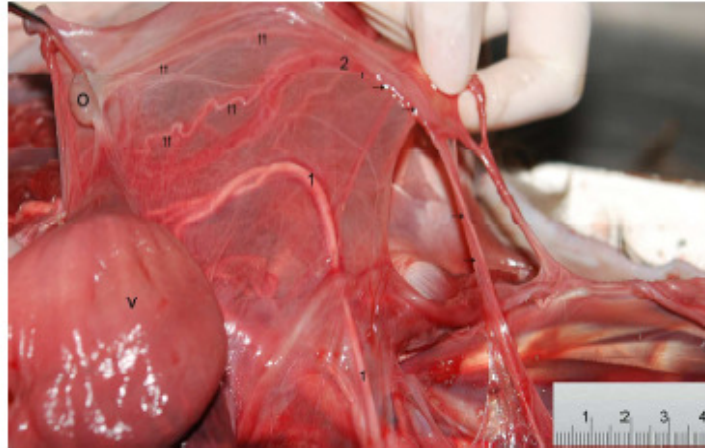
212x200mm (300 x 300 DPI)



326x152mm (300 x 300 DPI)

Review Only

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60



264x164mm (300 x 300 DPI)

ANEXO 3



ACTA VETERINARIA

SCANDINAVICA

IMPACT
FACTOR
1.20

Search
this journal
for
Go

Advanced search

HomeArticlesAuthorsReviewersAbout this journalMy Acta Veterinaria Scandinavica

Top
Abstract
Background
General descr...
Female reprod...
Male reprod...
Seasonal repr...
Reproductive ...
Reproductive ...
Conclusions a...
List of abbre...
Competing interests
Authors' contributions
Acknowledgements
References

Review

Highly accessedOpen access

Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): a review

Rodolfo Ungerfeld^{1*}, Solana González-Pensado¹, Alejandro Bielli², Matías Villagrán¹, Daniel Olazabal¹ and William Pérez²

* Corresponding author: Rodolfo Ungerfeld piub@internet.com.uy

Author Affiliations

1 Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay
2 Departamento de Morfología y Desarrollo, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay
For all author emails, please [log on](#).

Acta Veterinaria Scandinavica 2008, **50**:16 doi:10.1186/1751-0147-50-16

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at:
<http://www.actavetscand.com/content/50/1/16>

Received: 13 May 2008
Accepted: 5 June 2008
Published: 5 June 2008

© 2008 Ungerfeld et al; licensee BioMed Central Ltd.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>), which permits unrestricted use,

Acta Veterinaria Scandinavica

Volume 50

Viewing options

Abstract
Full text
PDF (2.3MB)

Associated material

PubMed record
About this article
Readers' comments

Related literature

Cited by
Other articles by authors
▶ on Google Scholar
▶ on PubMed
Related articles/pages
on Google
on Google Scholar
on PubMed

Tools

153

Review

Open Access

Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): a review

Rodolfo Ungerfeld*¹, Solana González-Pensado¹, Alejandro Bielli²,
Matías Villagrán¹, Daniel Olazabal¹ and William Pérez²

Address: ¹Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay and ²Departamento de Morfología y Desarrollo, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay

Email: Rodolfo Ungerfeld* - rtub@intnet.com.uy; Solana González-Pensado - solana@adinet.com.uy; Alejandro Bielli - alejandrobielli@gmail.com; Matías Villagrán - matias06@intnet.com.uy; Daniel Olazabal - neurolazabal@hotmail.com; William Pérez - vetanat@gmail.com

* Corresponding author

Published: 5 June 2008

Received: 13 May 2008

Acta Veterinaria Scandinavica 2008, 50:16 doi:10.1186/1751-0147-50-16

Accepted: 5 June 2008

This article is available from: <http://www.actavetscand.com/content/50/1/16>

© 2008 Ungerfeld et al; licensee BioMed Central Ltd.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) is a South American grazing deer which is in extreme danger of extinction. Very little is known about the biology of the pampas deer. Moreover, most information has not been published in peer-reviewed scientific journals, and is only available in local publications, theses, etc. Therefore, our aim was to update and summarize the available information regarding the reproductive biology of the pampas deer. Moreover, in most sections, we have also included new, unpublished information. Detailed descriptions are provided of the anatomy of both the female and the male reproductive tract, puberty onset, the oestrous cycle and gestational length. Birthing and the early postpartum period are described, as are maternal behaviour and early fawn development, seasonal distribution of births, seasonal changes in male reproduction and antler cycle, reproductive behaviour, semen collection, and cryopreservation. Finally, an overview is given and future directions of research are proposed.

Background

The pampas deer, *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus, 1758), used to be a widespread species originally distributed in the open grasslands (pampas and savannas) in eastern South America, from 5° to 41° S [1]. In the 1800s naturalists and voyagers reported great abundance of this species [1-3]. It was the most widespread cervid in Uruguay [3]. Reports of explorers and pioneer settlers as well as the folklore clearly tell how the pampas deer could be found in larger groups throughout the grasslands during the 17th and 18th centuries. Even place names in the region bear witness to the widespread distribution of this species. Some records report that more than 2,300,000 deer skins

were exported during the 19th century from the Río de la Plata [4]. However, due to man's direct and indirect influence the population has decreased substantially in both size and distribution. This decrement has been explained by habitat fragmentation, agricultural development and competition with farmed animals [5], unregulated hunting [6] and transmission of infectious diseases [7].

Over the past few decades, the isolation of the few remaining populations has pushed this species to the brink of extinction. Small populations have been reported in Argentina (Bahía Samborombón [8], Corrientes [9], San Luis [10], Santa Fé [11]), Brazil [12,13] and Uruguay

[14,15]. Although small populations were reported some years ago in Bolivia [16], no up-to-date data about them have been reported. Overall, the pampas deer is considered in extreme danger of extinction. It has been listed in Appendix I of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) [17] since 1975, and is considered by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) as being in critical danger of extinction [18]. The biggest known semi-captive population, made up of approximately 80 individuals (2008), has been bred for the last 25 years at the Estación de Cría de Fauna Autóctona (ECFA), Pan de Azúcar, Uruguay (33°47' S, 54°00' W) [19].

In spite of the fact that this is an endangered species, very little is known about the biology of the pampas deer. Moreover, most information has not been published in peer-reviewed scientific journals, and is only available in local publications, theses, etc. Therefore, our aim was to update and summarize the available information regarding the reproductive biology of the pampas deer, including female and male anatomy, puberty and seasonal reproductive patterns, maternal and sexual-related behaviours and reproductive techniques. New, unpublished information on all these areas will also be included.

General description of the species

Until recently, only three subspecies of the pampas deer were recognized: *O. bezoarticus bezoarticus*, occurring in Brazil, *O. bezoarticus celer*, in Argentina, and *O. bezoarticus leucogaster*, in southwestern Brazil, northeastern Argentina (Corrientes) and southeastern Bolivia [2]. Cabrera [2] and Jackson [20] were unable to describe the taxonomic characteristics of the Uruguayan populations. The existence of two different subspecies endemic in Uruguay, *O. bezoarticus arerunguensis* (Salto, northwestern Uruguay) and *O. bezoarticus uruguayensis* (Sierra de Ajos, Rocha, southeastern Uruguay), was described based on cytogenetics and molecular [21] and morphometric [22] data.

Pampas deer males are somewhat bigger than females [20]. Free-ranging males reach a length of 130 cm (muzzle tip to tail base), measuring 75 cm at shoulder height and having a tail length of 15 cm. They weigh approximately 35 kg. However, data obtained from animals bred in semi-captivity indicate slightly smaller animals, with males measuring approximately 90–100 cm long, shoulder height 65–70 cm, and weighing 30–35 kg. Antlers are middle-sized when compared with other deer, solid and thin. Antlers reach 30 cm long, have three points, a brow point and a rear, and a longer bifurcated branch [23]. Females reach 85 cm length and 65 cm at shoulder height, with their body weight being 20–25 kg (unpublished data). Males are usually darker coated than females [2].

Female reproduction

Anatomy of the female reproductive tract

The main characteristics of the pampas deer reproductive tract have not been previously described. In this section we present the main anatomical characteristics of tracts obtained from six dead females (*O. bezoarticus arerunguensis*). Three of them were prepubertal; the other three were adults that died during the spring at the ECFA, Uruguay. Anatomical terms are used according to the *Nomina Anatomica Veterinaria* [24].

The female genital organs of *O. bezoarticus* are located inside the pelvic cavity. These organs are small in relation to body size when compared with other cervids, such as the Pere David's deer [25]. Overall, considering the vagina, cervix, corpus and cornua uteri, the tract is elongated (Fig. 1). The same parts as described for domestic ruminants are recognized [24]. Ovaries measure approximately 1.0 × 0.6 × 0.5 cm, and each ovary weighs 0.5 g, with no differences between the right and left ovary. In the ovaries studied no corpus luteum was visible.

The uterine tubes are fairly flexuous, and run together within the mesosalpinx at about 0.5 cm from its free border. The ovarian fimbriae, infundibulum, ampulla and isthmus are clearly differentiated. Between the ampulla and the isthmus the tract narrows in diameter. Colour intensity decreases markedly along the uterine tubes, the distal end being much paler.

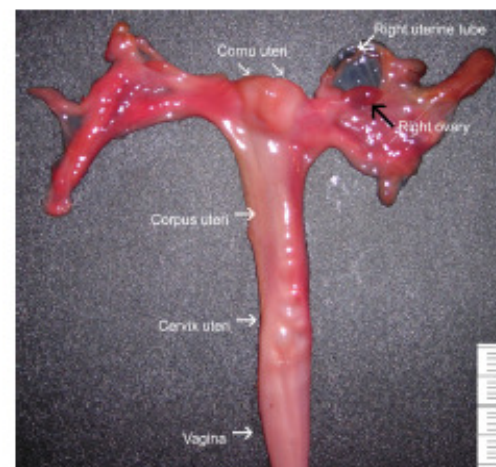


Figure 1
Overview of the female reproductive tract of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*).

The uterus comprises the cervix, corpus and cornua. The uterus is bicornuate, with tapering proximal ends of the cornua. Unlike those in domestic ruminants, the cornua uteri are not spiralled, and are directed laterally, with a slight ventral incurvation. Both cornua measure 3.0–4.0 cm long. The uterus does not present an intercornual ligament, which distinguishes it from that in domestic ruminants. Each uterine cornu harbours four caruncles aligned in two rows.

Distally, the cornua join together along a length of 1.0 cm, and look like a long corpus uteri. There are no caruncles in the corpus. The length of the corpus uteri is approximately 4.5 cm and its lumen is continuous cranially with the lumina of the cornua uteri through two discrete openings. The cervix is a firm tube that can readily be distinguished by palpation of the isolated reproductive tract from both the softer corpus uteri cranially and the vagina caudally. The cervix is 4.0 cm long, and 1.0 cm in diameter. Four circular folds project into the cervical canal (Fig. 2). These folds vary in height and length, and are annulus-shaped. The most cranial fold is not as well developed as the other three.

No vaginal part of the cervix can be distinguished. The vagina and vestibule are similar to those in small domestic ruminants. The vaginal mucosa forms longitudinal folds. The vulvar labia and the clitoris are not prominent. Overall, the anatomy of the female reproductive tract differs in some important respects, as reduced uterine length, uterine tubes flexuosity and small ovaries, from that of domestic ruminants.

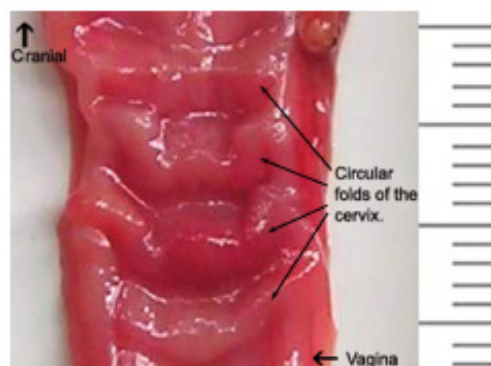


Figure 2
Circular folds projecting from the cervix into the cervical canal.

Puberty, oestrous cycle and gestational length

Few data are available on age of puberty in female pampas deer. Hinds born at the ECFA gave birth for the first time at approximately 21 months. If we consider that gestational length is probably no longer than 7–7.5 months (see below), the first fertile oestrus of hinds born at the ECFA is therefore at the age of no more than 14 months. We also observed a delay in age at first parturition in females originally captured from the wild. This was probably a consequence of the stress of capture, weaning and transportation [26].

There are no direct data regarding oestrous cycle length. González-Sierra [27] has suggested that cycle length is approximately 21 days, but presents no information on how those data were obtained (i.e. number of animals studied, method of recording oestrous behaviour, etc).

The gestational period in the species has been reported to be "a little longer than 7 months" [28]. Other authors agree that gestational length is between 7 and 7.5 months [20]. However, such data have been calculated in wild populations after roughly recording the period during which more sexual activity is observed and the period of the year in which more newborns are observed. As individual data are not available, this should be considered a general trend.

In other cervids, gestational length varies widely according to environmental conditions [29]. We expect that gestational length in the pampas deer may be even shorter than 7 months, according to some previous observations at the ECFA [19]. However, we should consider that at the ECFA, animals receive enough food throughout the year, including the gestational period. Therefore, if gestational length varies in pampas deer in relation to food availability, perhaps the gestational length at the ECFA is shorter than in wild populations.

Birth and the early postpartum period

Some deer, such as the white-tailed deer, can have twins or even triplets [30–32]. However, like red deer and some other species [33,34], pampas deer generally deliver just one fawn [27,35]. A fawn's body weight at birth is approximately 2 kg [19]. At least under semi-captive conditions the body weight at birth is similar between male and female fawns, and is not influenced by season, mother's parity, or time since the previous parturition [19]. Delivery of twins was seen once [19], but both fawns died immediately after birth. At Emas National Park, in Goiás, Brazil (18°S/52°W), Redford [35] observed one female with two similar-sized young.

The sex ratio at birth is close to 1:1 in pampas deer [19]. However, some authors observed male:female ratios from

Deer fawns usually stay hidden but by 2–3 weeks of age they can run and play. At 4 weeks of age, they already graze but stay close to their mother most of the time. Weaning occurs at approximately 4 months of age [31,32]. However, in semi-captive individuals we observed that the time spent suckling in relation to total feeding time decreases at 3–6 weeks of age (Fig. 3). Beyond this period of maternal dependence, the mother and fawn keep a close relationship, showing affiliative behaviour such as mutual licking for several years. When a second fawn is born this relationship reduces in intensity and the mother starts rejecting the older fawn.

Male reproduction

Anatomy of the male reproductive tract

The following description corresponds to four males (*O. bezoarticus arerunguensis*) which died from natural causes at the ECFA in Uruguay. Their general anatomy is similar to that described for other deer species [43]. The prepuce and scrotum (Fig. 4) are covered with fine hairs. As in the female, two pairs of nipples are located on either side of the prepuce. The prepuce is a single fold consisting of external and internal laminae. The penis has a radix, corpus and glans. Its radix attaches to the ischial arches by two rounded crura. The penis is fibro-elastic, with no sigmoid flexure. The urethra is surrounded by a thin corpus spongiosum composed of erectile tissue, almost to the terminal external orifice. The unpigmented scrotum is attached near the body in the inguinal region, covered by the thighs. The deferent ducts are united by a genital fold containing blood vessels. The testis, epididymis and spermatic cord in a prepubertal male are presented in Figure 5.

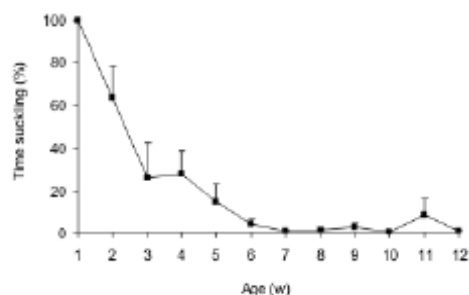


Figure 3
Percentage of time spent suckling in relation to total feeding time (grazing, eating ration, leaves, or water abbreviating). Behaviour of 18 fawns was recorded during 2 hours per week (1 hour in the morning and 1 in the afternoon) at the ECFA (unpublished data).

The following sex glands can be recognized: the ampullae of the deferent ducts, the vesicular glands, the prostate and the bulbo-urethral glands. However, a well-defined corpus of the prostate is not observed.

Male sexual development

Very little is known regarding male reproductive physiology in pampas deer. Male sexual development in pampas deer is mainly known from studies of antler development. During their first months, male fawns grow small, single-spiked, 2–8 cm long antlers (observations made at the ECFA, 2007). According to Whitehead [44], this phenomenon is uncommon in cervids, being described for some few species such as roe deer (*Capreolus capreolus*) and reindeer (*Rangifer tarandus*), and having been noted in *O. bezoarticus* in captivity in Berlin Zoo [39]. Preliminary observations from the ECFA report that fawns that were born in spring are not sexually mature by the following autumn. However, these individuals do show agonistic behaviour towards other males when 1 year old, i.e. by late spring. Moreover, according to González-Sierra [27], 1-year-old males show an interest in females during their second summer of life. We have also observed display of male courtship behaviour in 5–6-month-old males. However, it is difficult to determine whether this corresponds to playing or sexual behaviour. Therefore, puberty probably occurs at approximately 1 year of age.

Seasonal reproductive pattern

Seasonal distribution of births

It is well known that environmental conditions may importantly influence the reproductive strategies of ungulates [45–48]. Deer show seasonal reproductive patterns, although reproductive strategies to synchronize parturition with best survival probability may differ among deer species, as happens with most ungulates. Parturition in temperate climate species (e.g. mule deer [49], Eld's deer [50], musk deer [51], Père David's deer [52], red deer [33] and roe deer [38]) occurs in spring-summer. Seasonal reproductive patterns of wild ruminants may be influenced by photoperiod [53], population density [54], short [55] or long-term [47] effects of climate, physical condition during the rutting period [46], plant phenology [56], or socio-sexual stimuli [57,58].

In pampas deer, fawning periods seem to vary according to subspecies and location (see Table 1 in Merino et al. [59]) although all reports show a peak in fawn births beginning in August–October (southern hemisphere spring equinox: late September). In general terms, it can be said that in pampas deer populations inhabiting subtropical to temperate locations (*O. bezoarticus celer* in Buenos Aires Province, in Argentina, and *O. bezoarticus arerunguensis* and *O. bezoarticus uruguayensis* in southeast-ern Uruguay), births can occur all year round, and the

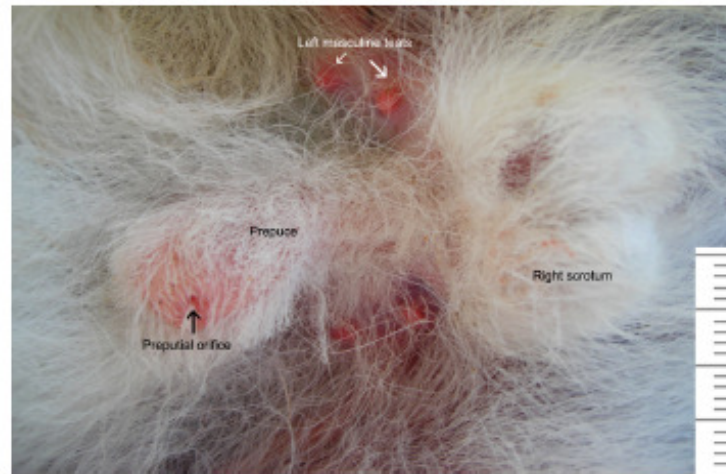


Figure 4
Prepuce and scrotum in male pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*).

fawning peak falls either in spring (Uruguay) or in late spring to late summer/early autumn (Buenos Aires Province, Argentina), roughly coinciding with pasture abundance peaks. The population in San Luis, Argentina (66°00' 34" 22'S), at the southwestern limit of the pampas deer range, inhabit dry grasslands with an average rainfall of 450 mm, 80% of which falls during October-

April, a shade maximum temperature of 40°C in the summer and a winter minimum of -15°C [60]. Interestingly, the San Luis population (*O. bezoarticus celer*) which occur nearly exactly at the same latitude as the population in southeastern Uruguay, but in a semi-arid, continental climate, have a shorter fawning peak in spring. Furthermore, the fawning period does not extend through the year, but extends from late winter to late summer/early autumn. On the other hand, *O. bezoarticus bezoarticus* inhabit Cerrado do Pantanal region in Brazil, under tropical conditions where food availability varies more markedly than in the abovementioned habitats, due to sharp differences between the rainy and dry season. Consequently, the fawning period does not extend through the year, but is limited to July-November, with a peak in August-September, which coincides with the beginning of the rainy season.

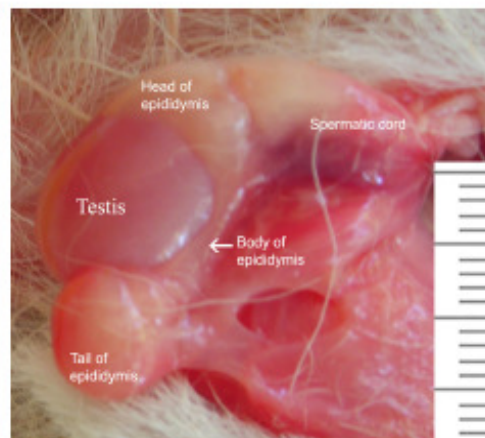


Figure 5
Testis, epididymis and spermatic cord of a prepubertal pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*).

Redford [35] has suggested that pampas deer are similar to axis deer in not having a defined rutting season. However, most data suggest that although the seasonality is not as strong as in other deer species (e.g. white-tailed, roe or red deer), there are differences in the frequency of births observed throughout the year, suggesting an extended reproductive season and a high plasticity to respond to short-term signals. Moreover, food supply seems to be an important regulator of seasonality also in pampas deer. In captive pampas deer taken from Paraguay to Germany (Berlin Zoo, 52°30' N), Frädich [39] reported no fixed rutting season, although males presented an annual antler cycle. However, how transportation and adaptation to a

ANEXO 4

Rodolfo Ungerfeld • Solana González-Pensado
Matías Villagrán • Alejandro Bielli
Carmen Rossini • Jéssica Morales
William Pérez • Juan Pablo Damián

Biología reproductiva del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*)

La publicación de este libro fue realizada con el apoyo
de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República.

Comité de referato de la Facultad de Veterinaria: Dra. Celia Tasende, Dr. José Repetto y Dr. Luis Barros

© Rodolfo Ungerfeld, Solana González-Pensado, Matías Villagrán, Alejandro Bielli, Carmen Roscini,
Jésica Morales, William Pérez, Juan Pablo Damián.

© Departamento de Publicaciones, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR)

José Enrique Rodó 1827 - Montevideo C.P.: 11200

Tels: (+598) 2408 57 14 - (+598) 2408 29 06

Telefax: (+598) 2409 77 20

www.universidadur.edu.uy/bibliotecas/dpto_publicaciones.htm

infoed@edic.edu.uy

ISBN: 978-9974-0-0717-8

4. Reproducción en la hembra

4.1 Anatomía de los órganos genitales femeninos

Introducción

La información sobre las principales características del tracto reproductor del venado de campo es inexistente. La misma es sin duda una limitante para el desarrollo de tecnologías reproductivas, como la obtención de semen o la inseminación artificial. Por ejemplo, es necesario conocer adecuadamente la anatomía del tracto reproductivo de la hembra para determinar si es posible aplicar inseminación intrauterina, o como en otros pequeños rumiantes es necesario desarrollar estrategias específicas para ello.

Por tanto, nos planteamos describir las características anatómicas principales de del tracto reproductivo de hembras y machos, y compararlo con el de otros cérvidos.

Materiales y métodos

Los aparatos reproductores fueron obtenidos de seis hembras muertas. Las mismas fueron colectadas en la ECFA al poco tiempo de muertas, y conservadas en freezer de -20° . Tres de ellas eran prepuberales, y las otras tres eran adultas. Los términos anatómicos se utilizaron de acuerdo a la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2005).

Resultados y discusión

Los órganos genitales femeninos de *Ozotoceros bezoarticus* estaban localizados dentro de la cavidad pélvica. Estos órganos eran pequeños en relación con el tamaño corporal cuando se comparan con el de otros cérvidos, como el ciervo del Padre David (Harrison y Hamilton, 1952). Considerando en su totalidad el tracto con la vagina, cuerpos y cuernos del útero, era muy alargado (Figura 4). Se reconocieron las mismas partes que están descritas para los rumiantes domésticos (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2005). Los ovarios medían aproximadamente $1,0 \times 0,6 \times 0,5$ cm, y cada ovario pesaba 0,5 g, sin diferencias entre ovario derecho e izquierdo. En los ovarios estudiados no se encontraron cuerpos lúteos. Las trompas uterinas eran poco flexuosas, y corrían en el mesosalpinx a alrededor de 0,5 cm de su borde libre.

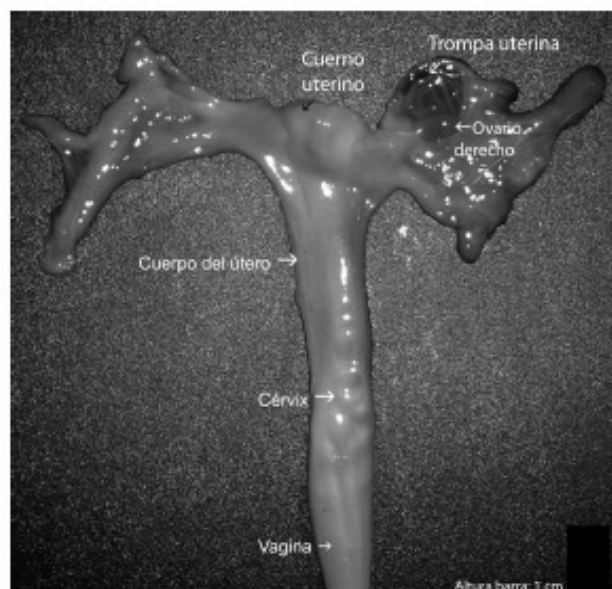


Figura 4. Tacto reproductivo de una hembra de venado de campo.

Las fimbrias ováricas, infundíbulo, ampolla e istmo estaban claramente diferenciadas. Entre la ampolla y el istmo el tracto se estrechaba en diámetro. La intensidad del color decrecía marcadamente a lo largo de las trompas uterinas, la parte distal era mucho más pálida. El útero comprendía el cérvix, cuerpo y cuernos. El útero es bicornue, estrechándose hacia el extremo proximal de los cuernos. Igual que en los rumiantes domésticos, los cuernos no son espiralados, y se dirigen lateralmente, con una ligera incurvación ventral. Ambos cuernos medían 3,0-4,0 cm de longitud. El útero no presentaba ligamento intercornual, lo que lo distingue de los rumiantes domésticos. Cada cuerno uterino tenía cuatro carúnculas alineadas en dos filas. Distalmente, los cuernos se unían a lo largo por 1,0 cm de longitud, lo que parecía incrementar la longitud del cuerpo del útero. No había carúnculas en el cuerpo del útero. La longitud del cuerpo del útero era aproximadamente de 4,5 cm y su lumen se continuaba cranealmente con el lumen de los cuernos del útero a través de dos aberturas discretas.

El cérvix era un tubo firme que podía ser distinguido fácilmente por palpación del tracto reproductor aislado, del cuerpo del útero cranealmente y de la vagina caudalmente, ambos más blandos. El cérvix tenía 4,0 cm de largo y 1,0 cm de diámetro. Cuatro pliegues circulares se proyectaban en el canal cervical (Figura 5). Estos pliegues tenían forma de anillo y variaban en tamaño y espesor. El más craneal de los pliegues era el de menor desarrollo. No se distinguió parte vaginal del cérvix. La vagina y el vestibulo son similares a los de los rumiantes domésticos. La mucosa vaginal formaba pliegues longitudinales. Los labios vulvares y el clítoris no eran prominentes. En

general la anatomía del tracto reproductor femenino del venado de campo difiere en algunos aspectos importantes de los rumiantes domésticos, entre otros por su forma alargada y sus ovarios pequeños.

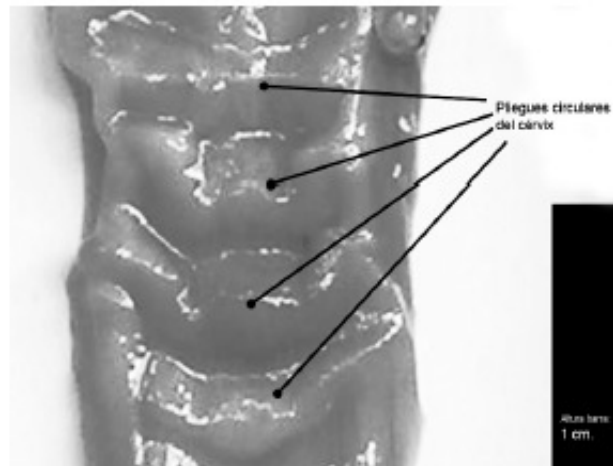


Figura 5. Corte del cérvix de una hembra de venado de campo mostrando los pliegues (anillas).

4.2 Edad a la pubertad y duración del ciclo estral

Introducción

La información disponible sobre los principales parámetros reproductivos en las hembras de venado de campo es prácticamente inexistente. No hay información consistente sobre la edad a la pubertad ni sobre la duración del ciclo estral. González-Sierra (1985), sugirió que el ciclo estral dura aproximadamente 21 días, pero sin presentar información sobre cómo fueron generados los datos.

Dada la dificultad que implica el manejo de los animales, ya que cualquier manipulación requiere que sean anestesiados, en una primera instancia nos planteamos utilizar técnicas de aproximación indirectas que si bien implican una mayor dificultad en generar datos permiten hacerlo sin manejos invasivos de los animales. Por tanto, nos planteamos determinar la edad del primer parto como una medida indirecta de la pubertad, y la influencia del manejo (animales originalmente capturados vs. animales criados en la ECFA) sobre dicho parámetro. A su vez, nos planteamos determinar el período interestros.

5. Reproducción en los machos

5.1 Anatomía del tracto reproductivo de los machos

Introducción

Al igual que para el caso de la hembra, no existe ninguna información publicada que describa la anatomía reproductiva de los machos. Por tanto nos planteamos describir la anatomía del tracto reproductivo de los machos a partir de animales muertos en la ECFA.

Materiales y métodos

La siguiente descripción corresponde a cuatro machos que murieron de causas naturales en la ECFA. Al igual que las hembras, fueron colectados al poco tiempo de su muerte y conservados en freezer a -20° hasta su disección.

Resultados y discusión

Su anatomía general era similar a la descrita para otras especies de ciervos (Haigh, 2007). El prepucio y el escroto (Figura 6) estaban cubiertos por pelos finos. Como en la hembra dos pares de mamas masculinas estaban localizadas a ambos lados del prepucio. El prepucio era un único pliegue de piel que consistía de dos láminas externa e interna. El pene tenía una raíz, cuerpo y glándula. Su raíz se insertaba al arco isquiático por dos pilares redondeados. El pene era fibroelástico, sin flexura sigmoides. La uretra estaba rodeada por un delgado cuerpo esponjoso compuesto de tejido eréctil. El escroto no pigmentado se ubicaba en la región inguinal cerca del cuerpo y cubierto por los muslos. Los conductos deferentes estaban unidos por el pliegue genital que contenía vasos sanguíneos. El testículo, epidídimo y cordón espermático en un macho prepupal pueden observarse en la Figura 7. Se reconocieron las siguientes glándulas accesorias: ampolla de los conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata y glándulas bulbouretrales. Sin embargo, no se observó un cuerpo de la próstata bien definido.

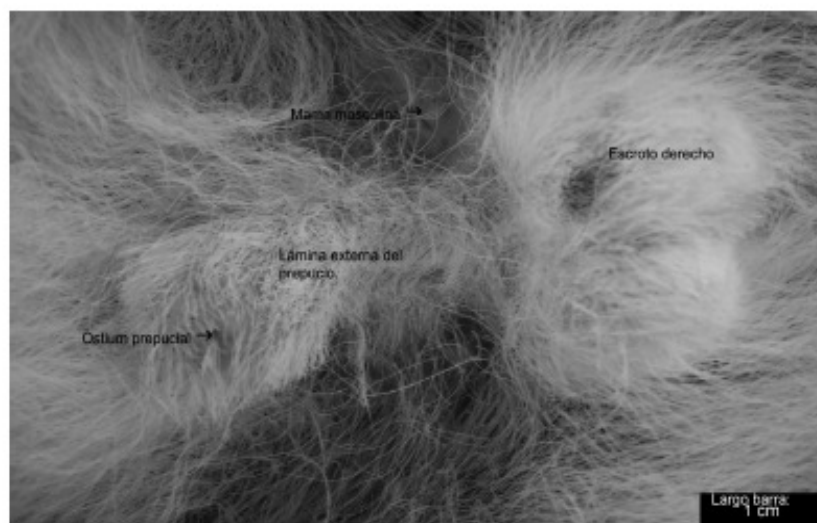


Figura 6. Vista externa de los genitales masculinos de venado de campo.

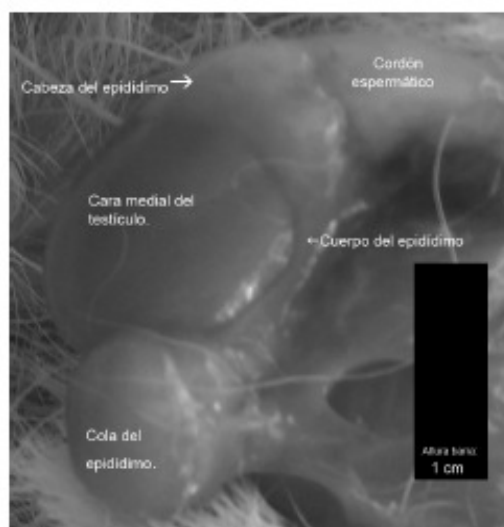


Figura 7. Testículo, epidídimo y cordón espermático en un macho prepuberal.