

## Estudio Morfológico de Testículo de Híbridos de Alpaca (*Lama pacos* L.1758) y Llama (*Lama glama* L. 1758)

Morphological Study of Testis of Hybrid Alpaca (*Lama pacos* L. 1758) and Llama (*Lama glama* L. 1758)

\*Valenzuela-Estrada, M.; \*\*Rippes, F. & \*Nuñez, H.

---

VALENZUELA-ESTRADA, M.; RIPPES, F. & NUÑEZ, H. Estudio morfológico de testículo de híbridos de alpaca (*Lama pacos* L.1758) y llama (*Lama glama* L. 1758). *Int. J. Morphol.*, 30(3):1187-1196, 2012.

**RESUMEN:** En el presente estudio se ha realizado una descripción histológica básica de la estructura de testículos de machos híbridos resultantes del cruce de llama (*Lama glama* L.1758) y alpaca (*Lama pacos* L.1758), a los que se llama guarizos o huarizos. Como la fisiología reproductiva de estos híbridos es desconocida, nos pareció importante y necesario realizar estudios histológicos básicos para predecir si tienen capacidad reproductiva, ya que como híbridos se les considera estériles. Para ello se han analizado los testículos izquierdos de 10 híbridos de edades comprendidas entre 2 y 5 años, fijándolos en solución Bouin e incluyéndolos en parafina. Se han estudiado al microscopio óptico cortes histológicos de 5 micras de grosor, conteniendo en todos los casos túbulos seminíferos, para estudiar el epitelio germinal. En algunos casos se incluía el epidídimo, para determinar si su histología es normal y compatible con una posible funcionalidad. Estas secciones fueron teñidas con hematoxilina-eosina (HE) y/o con HE-PAS. El estudio de estas secciones permitió observar en los túbulos seminíferos todos los tipos celulares esperados: células de Sertoli, células de Leydig, espermatogonias y espermatoцитos, todos ellos de aspecto normal. En el caso de las células de Sertoli, algunas de ellas presentaban un alto grado de vacuolización, lo que también se considera normal por la gran presencia de gotas lipídicas. En otras ocasiones en ciertas células de Sertoli se detectaron burbujas o huecos esféricos vacíos, que en la literatura se considera que corresponde a los espacios que ocupaban células germinales ya desaparecidas. La constitución histológica del epidídimo resultó normal. Por lo tanto, el estudio histológico de los testículos de estos híbridos permite concluir que la estructura de los túbulos seminíferos es aparentemente normal y que parecen formar espermatoцитos también normales, lo que podría sugerir la posibilidad de que estos híbridos tengan cierto grado de fertilidad.

**KEY WORDS:** Híbrido; Llama; Alpaca; Testículo.

---

### INTRODUCCIÓN

En la cultura andina los camélidos sudamericanos son animales que colaboran con el hombre a poblar y lograr aprovechar los parajes más agrestes, debido a sus cualidades que les permiten sobrevivir a las grandes alturas, temperaturas extremas y a la escasez de agua.

Estos animales, comparándolos con otras especies domésticas como bovinos, ovinos y caprinos, poseen grandes ventajas: en el alumbramiento retrasan el día del parto si el ambiente no es propicio, tienen ovulación provocada, logran digerir pastos con mucha fibra debido a una estructura digestiva adecuada, tienen el labio superior partido lo que permite una mayor posibilidad de aprovechamiento del escaso alimento disponible, tienen la piel cubierta de fibras finas las que además tienen un buen valor comercial, tienen muy buen sentido de orientación, que le permite volver a su lugar de

residencia habitual, colocan sus deyecciones en lugares determinados lo que impediría el esparcimiento de parásitos por todo el territorio de pastoreo. La característica de su carne, de ser muy baja en colesterol, augura en esta zona un buen aprovechamiento de este animal como animal de abasto en comunidades muy alejadas de los centros de abastecimiento.

Algunas desventajas son, principalmente, su carácter generalmente poco amistoso y cuando son criados desde su nacimiento junto a personas o animales, tienden a confundir a estos últimos con los individuos de su propia especie. Esta última característica facilitaría la aparición de híbridos entre camélidos de especies distintas. Otra limitante es la susceptibilidad a varias enfermedades tales como la tuberculosis, tripanosomiasis, provenientes de otras especies domésticas tales como equinos, bovinos y porcinos.

\* Universidad de Tarapacá, Arica-Chile.

\*\* Servicio de Salud Arica-Chile.

Hasta ahora se ha comprobado que los camélidos sudamericanos resisten traslados: de un mes en barco (10.000 Km), tres días en camión (3.000 Km.) y dieciocho horas en avión (5.000 Km). Su existencia en todo el mundo ha permitido que se desarrollen investigaciones científicas con todas las diferentes especies de camélidos sudamericanos. En el caso de éstos camélidos es útil empezar en el futuro la selección para encontrar razas lecheras, lo que aumentaría la producción de proteínas para alimentación humana en lugares alejados evitando tener que sacrificar animales. Las llamas y las alpacas son animales domésticos de las cuales, las primeras son dedicadas a la producción de carne y antiguamente al transporte de mercaderías y las alpacas principalmente a la producción de fibra y solamente se destinan al consumo cuando están viejas y para desecho.

En nuestro país a pesar de que estas especies se tratan de criar separadas, se mezclan igual con sus parientes silvestres, las vicuñas y los guanacos, aunque en menor proporción. El hibridismo es una condición que se da con facilidad entre los camélidos sudamericanos ya que todos ellos poseen el mismo cariotipo ( $2n=74$ ) y pueden cruzarse entre ellos, produciendo crías fértiles (Gray, 1954). Dentro de estos entrecruzamientos está el producido entre la llama y la alpaca originando el llamado “huarizo”/guarizo (wari). Este representa el cruce más común entre los camélidos, los pastores aymaras tradicionales lo subdividen entre llamawari (semejante a llama) y pacowari (semejante a alpaca) (Flores Ochoa, 1977). En Perú y Bolivia los pastores evitan estos híbridos y los eliminan de sus rebaños, debido al auge comercial que en esos países tiene la venta de las fibras textiles hechas en base al delgado pelaje que las alpacas poseen, teniendo una gran demanda internacional.

La razón de la realización de este estudio en particular es que, en general, no se han encontrado repórteres en ciencias básicas que describan los aspectos elementales de la morfoanatomía reproductiva de este híbrido, situación que se considera indispensable antes de empezar a estudiar ciencias aplicadas.

En muchos estudios y revisiones bibliográficas por grandes expertos en reproducción de camélidos (San Martín *et al.*, 1968; Novoa, 1970, Delhon & Von Lawzewitsch, 1987) no se mencionan a los híbridos de alpacas y llamas. Solamente Nuevo (1994) incluye en su descripción de camélidos el hibridismo presente entre estas especies. No solamente hace alusión a huarizos sino también a los llamo-guanacos y llamo-vicuñas. No es menos cierto que, debido a la condición de silvestres que presentan tanto guanacos como vicuñas, no es posible encontrar siempre estos mestizajes entre el ganado, lo que evidentemente ha repercutido en la ausencia de estudios sobre estos animales.

Además de los huarizos se dan casos de cruces artificiales entre especies de camélidos del nuevo mundo como es el caso de guanaco (*Lama guanicoe* L.) y camélidos de una sola joroba del viejo mundo (*Camelus dromedarius* L.) (Skidmore *et al.*, 1999, 2001).

Si bien no existe literatura que describa las características anatómicas de híbridos de manera específica, la bibliografía señala una gran similitud entre las diferentes especies de camélidos sudamericanos. En estos el tamaño testicular es normalmente pequeño, ovoide, con su eje longitudinal dirigido caudo-dorsal, con un largo de 4 cm de largo por 2,60 cm de ancho. El peso aproximado es de 17 g y el peso relativo de 0,18% del peso corporal. Las superficies medial y lateral son convexas. Los extremos craneal y caudal son redondeados. En el extremo dorsal recto hallamos el margen de inserción del epidídimo. El margen ventral es libre y convexo. Desde el exterior se puede apreciar la túnica vaginalis, que es una membrana fuerte, traslúcida, de color blanco que envuelve el testículo, epidídimo, vasos deferentes, nervios, vasos linfáticos y sanguíneos. Presenta una albugínea gruesa que se continúa recubriendo el epidídimo por su lado medial (Ghezzi *et al.*, 1994; Sumar, 1991). En un análisis macroscópico general se pueden apreciar las diferentes estructuras que son comunes a los testículos de mamíferos.

Las características microscópicas y estructurales de los elementos celulares involucrados en el proceso de espermatogénesis de la llama han sido descritas por Delhon & Von Lawzewitsch.

Se estima que el inicio de la pubertad es a los once meses y para esa época aún están mamando. Solo a los tres años de edad los machos están aptos en su totalidad para poder montar efectivamente debido a que a esa edad se liberan de sus adherencias prepuciales (Sumar).

El objetivo del presente estudio fue realizar una descripción histológica básica de la estructura de los testículos de machos híbridos guarizos o huarizos, resultantes del cruce de llama (*Lama glama* L.1758) y alpaca (*Lama pacos* L.1758).

## MATERIAL Y MÉTODO

Se usaron 10 testículos izquierdos de animales entre 2 y 5 años de edad (pubertad a 11 meses), de híbridos de alpaca y llama, provenientes de diversos lugares de la provincia de Parinacota ubicada sobre los 4500 metros sobre el nivel del mar en la frontera norte con Perú y Bolivia.

La edad de los machos se preguntó personalmente a los dueños, estos datos fueron corroborados por la erupción dentaria y por el desgaste, y la experiencia personal.

Estos animales fueron revisados, por un médico veterinario oficial, y declarados sanos y aptos para consumo humano en el pueblo de Putre, capital de la provincia de Parinacota. Fueron sacrificados entre 14 de julio y el 16 de septiembre de 2009. Se ha considerado la fecha de sacrificio debido a que estos animales presentan según la bibliografía una reproducción estival, encontrándose diferencias en distintas épocas del año.

Se tomaron los testículos izquierdos y se hizo un corte en la túnica vaginalis para liberarlo, así mismo, se ubicó la cola del epidídimo y se realizó un corte longitudinal en este último. Posteriormente se colocó el testículo izquierdo junto a su par, en solución Bouin durante cinco horas. A continuación se extrajo de la solución y se realizaron cortes transversales en los extremos de los testículos y en el centro, para que penetrara bien el fijador. Después se volvió a introducir en la solución de Bouin durante 10 hrs más. Tras la fijación, se realizó el traslado a alcohol de 70 grados manteniéndose en frascos herméticos a temperatura ambiente hasta el momento de su proceso de inclusión para cortes histológicos en el Laboratorio de Histología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Tarapacá ubicada en Arica.

Las muestras siguieron el tratamiento clásico de deshidratación en etanol de diversas graduaciones 70°, 95°, 100° siguiendo inmersión en xilol, tres baños de parafina líquida a 70°C, e inclusión en bloques de parafina. La cara de corte fue perpendicular al eje longitudinal, al igual que los cortes realizados a los testículos al inicio del muestreo.

Se trabajó con un micrótopo (Leitz) para obtener cortes con un espesor de 5 micras, los cuales se sumergieron en un baño termorregulable (Mermet) a 40 ° C y posteriormente se desparafinaron y deshidrataron para montarlos en portaobjetos y teñirlos con Hematoxilina y Eosina, (HE) y con Hematoxilina Eosina y Acido peryódico de Schiff, (HE- PAS).

Las muestras fueron analizadas visualmente y fotografiadas con aumentos de: 100, 400, 600, 1000, en microscopios Olympus y Nikon.

## RESULTADOS

En el análisis del tejido testicular no se encontraron evidencias de patologías testiculares.

**Híbridos de dos años.** Los túbulos seminíferos parecen presentar un desarrollo normal con un epitelio germinativo totalmente desarrollado y con presencia de todos los tipos celulares: células de Sertoli y de Leydig, espermatogonias y espermatoцитos (Fig. 1E). Los tejidos intersticiales y periféricos también muestran una histología normal (Figs. 1A, B). A mayores aumentos observamos en el interior de los túbulos seminíferos espermatoцитos con sus flagelos ya formados (Fig. 1E). En la parte central del túbulo seminífero se comprueba que los espermatoцитos se disponen con el típico patrón de desarrollo sincrónico (Fig. 1E), indicando que ya a esta temprana edad las espermatogonias se desarrollan por cohortes. En muchos túbulos seminíferos encontramos células de Sertoli vacuolizadas (Fig. 1E), aunque en otras ocasiones encontramos burbujas o espacios vacíos perfectamente esféricos (Fig. 1E), que en la literatura se atribuyen a los espacios vacíos dejados por las células germinales desaparecidas. Las células de Leydig aparecían normales.

También hemos podido comprobar que la transición del epitelio del túbulo seminífero al túbulo recto es aparentemente normal, aunque en estas zonas el epitelio germinativo es de poco grosor (Fig. 1C). Cuando el túbulo seminífero ha sido cortado transversalmente podemos apreciar que la lámina basal que rodea a estos túbulos seminíferos es bastante delgada (Fig. 1F). En algunos de estos cortes transversales observamos que hay una gran abundancia de células de Sertoli pero apenas encontramos espermátidas ni espermatoцитos (Fig. 1D) lo que podría corresponder a una etapa de descanso del ciclo seminífero.

**Histología de híbridos de tres años.** En el análisis histológico de los animales de tres años, al igual que en el grupo anterior, se observó una alta conservación de todas las estructuras testiculares tanto de los túbulos seminíferos como del tejido intersticial (Fig. 2). En este grupo de edad era posible observar una alta alternancia de túbulos con un desarrollo normal, otros con una escasa altura del epitelio germinativo (Fig. 2D) y otros con un desarrollo incompleto (Fig. 2C) en los que en ocasiones se observan células en las primeras etapas de proliferación (Figs. 2A, B). Como en el caso anterior, los túbulos seminíferos con escasa altura del epitelio germinativo y solo con células de Sertoli, podrían corresponder a una etapa de descanso del ciclo seminífero (Fig. 2D). En algunas células de Sertoli también aparecían vacuolizaciones y en otras se detectaban burbujas o espacios esféricos vacíos (Fig. 2D), como sucede en edades más tempranas. Las células de Leydig aparecían normales. La lámina basal que rodea a los túbulos seminíferos continúa siendo muy delgada (Fig. 2D).

**Histología de híbridos de cuatro años.** En este grupo de edad las estructuras histológicas de los túbulos seminíferos

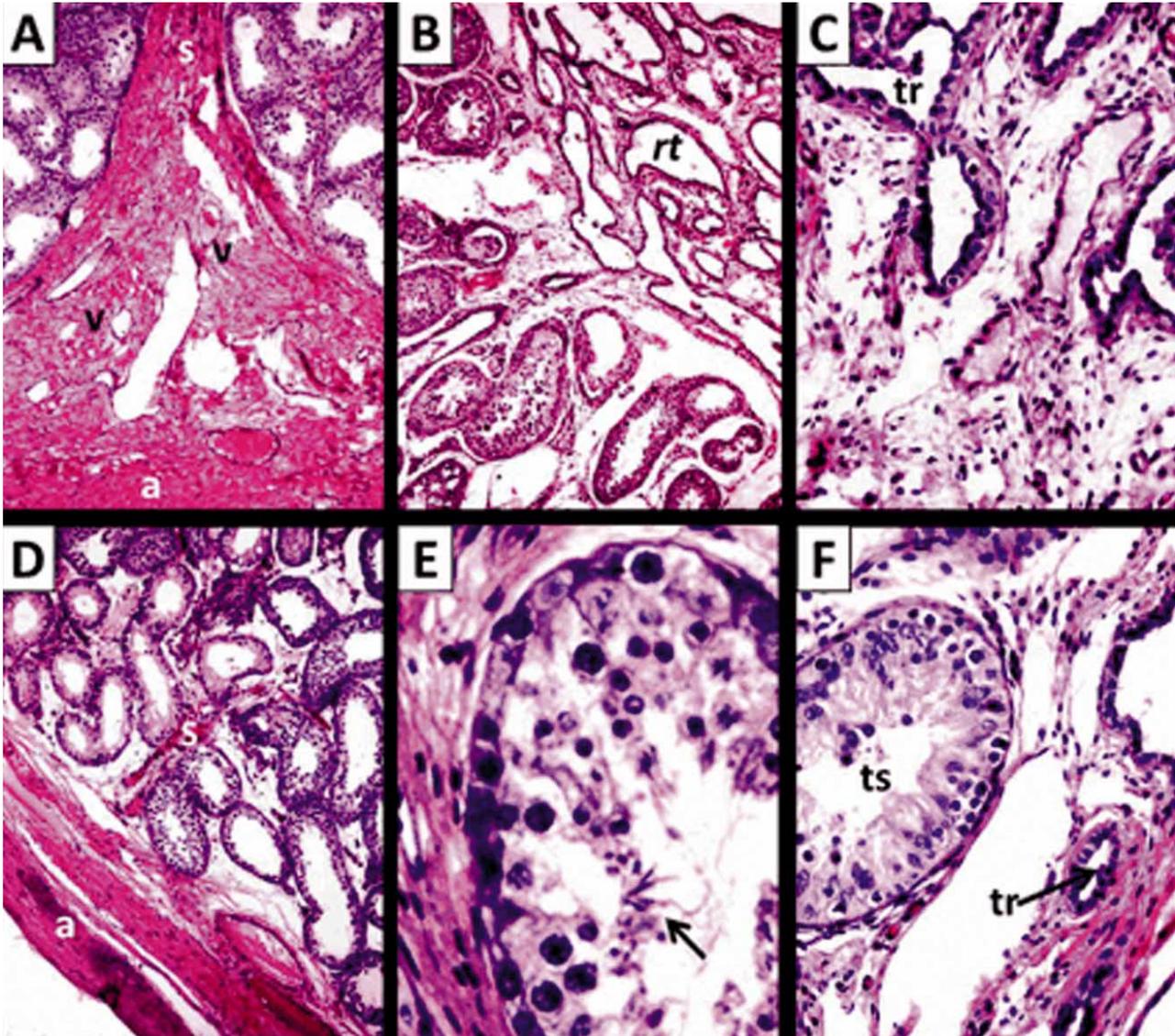


Fig. 1. Fotografías características de testículos de híbridos de dos años. (A) En la porción central se aprecia el lugar de unión del tabique testicular o septo del lóbulo (s), de color más claro y con el tejido más laxo de la albugínea (a); también se aprecian vénulas (v). En la parte superior se observan túbulos seminíferos en distinto grado de desarrollo. Aumento x100, tinción de HE PAS. (B) En la porción central se aprecia la rete testis (rt). Aumento x100, tinción HE. (C) En la parte superior izquierda es posible apreciar el epitelio del túbulo recto (tr). Aumento x400, tinción de HE PAS. (D) En la porción central se aprecia un septo (s) y en el sector inferior izquierdo la albugínea (a). Aumento x100, tinción HE. (E) En el interior del túbulo seminífero izquierdo se aprecian espermatocitos con sus flagelos ya formados (flecha). También es posible observar en los túbulos zonas de vacuolización del epitelio germinal. Aumento x400, tinción HE. (F) Corte transversal de un túbulo seminífero (ts), con lámina basal muy fina, abundantes células de Sertoli y ausencia de espermátidas elongadas y espermatocitos; (tr) sección de un túbulo recto. Aumento x 400, tinción HE PAS.

presentan una disposición normal, visualizándose también una alternancia entre diferentes etapas de la onda proliferativa del epitelio seminífero (Fig. 3A). Unos túbulos presentan espermatocitos, mientras que en otros solamente células en los primeros estadios de desarrollo (Fig. 3B). El epitelio de los túbulos rectos aparece formado por una monocapa de células (Fig. 3D). Entre las células de Sertoli,

también detectamos la presencia de algunas células vacuolizadas y con burbujas (Fig. 3B), como sucede en edades más tempranas. Las células de Leydig a esta edad también aparecían normales.

En algunos animales de este grupo de edad pudimos estudiar el epidídimo, que muestra una estructura normal

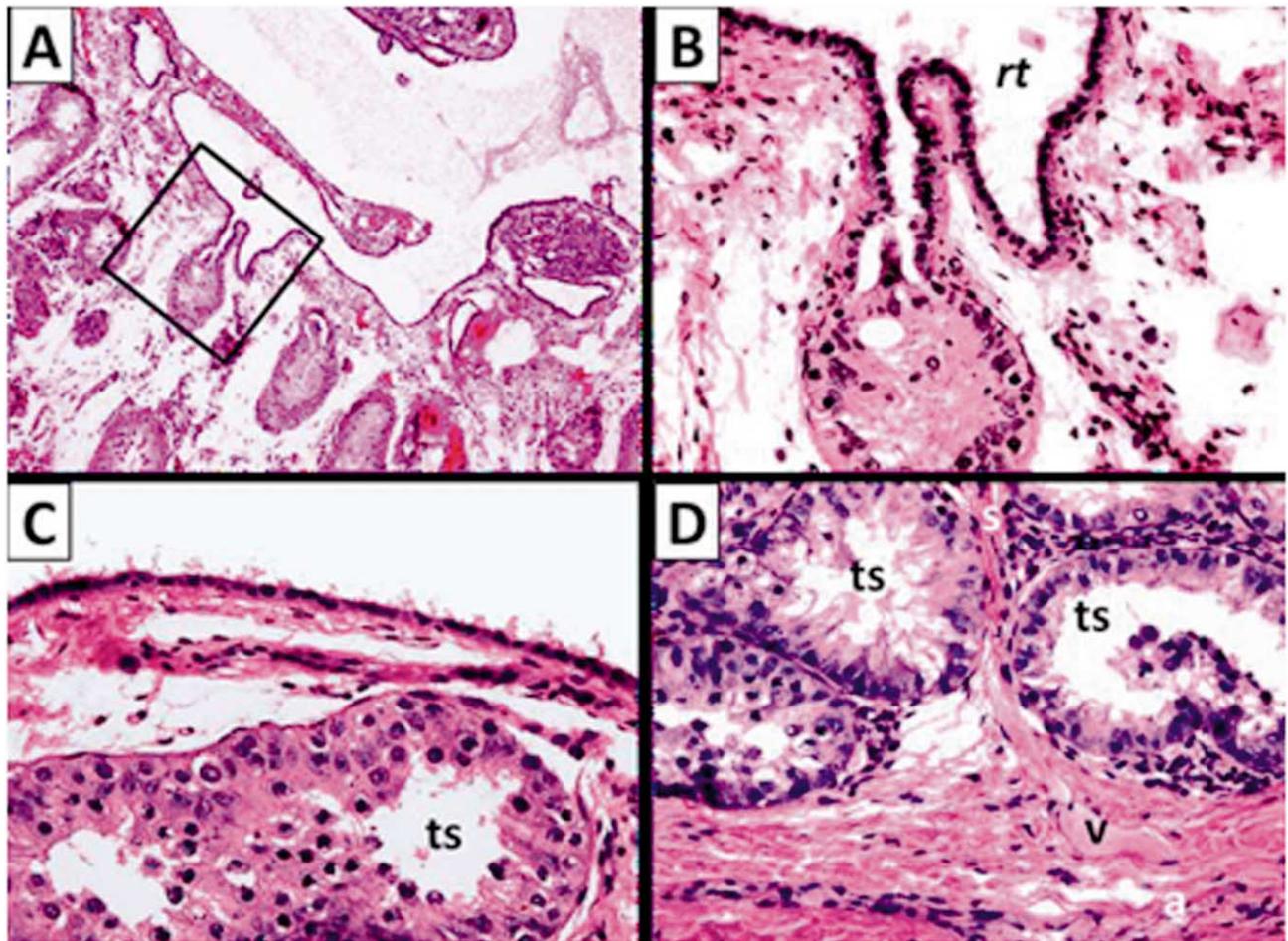


Fig. 2. Fotografías características de testículos de híbridos de tres años. (A) Se aprecia la unión del túbulo seminífero con la rete testis (zona recuadrada). Aumento x100, tinción HE. (B) Ampliación de la zona encuadrada en (A), donde se aprecia el epitelio simple de la rete testis (rt) y el epitelio del túbulo seminífero con un desarrollo incompleto. Aumento x 400, tinción HE. (C) Se aprecia el epitelio del túbulo seminífero (ts) con un desarrollo incompleto. Aumento x400, tinción HE. (D) Imagen de un corte transversal donde se aprecia una vénula (v) saliendo por el septo del lóbulo (s) hacia la albugínea (a) entremedio de varios túbulos seminíferos (ts) algunos con desarrollo incompleto del epitelio germinativo y grandes burbujas o vacuolas. Aumento x400, tinción HE.

sin apreciarse estructuras u organizaciones anómalas (Fig. 3E). El epitelio de un conductillo del epidídimo consiste en un revestimiento interno de células cilíndricas con núcleos posicionados en la zona medial (Fig. 3F). También se aprecian los núcleos de las células que conforman un epitelio basal. Además hay un importante desarrollo de las capas musculares lisas (Fig. 3F).

**Histología de híbridos de cinco años.** La estructura histológica observada en los animales de este grupo de edad no presenta alteraciones apreciables (Figs. 4 y 5). En los túbulos seminíferos, al igual que en edades más tempranas también detectamos alguna célula de Sertoli vacuolizada, y túbulos que no presentan un desarrollo completo del epitelio germinativo y alguna burbuja (Fig. 4B y 5B). El desarro-

llo del epitelio germinativo se puede apreciar en diferentes estadios u ondas, en los distintos animales y cortes (Fig. 4). También a esta edad el tejido intersticial es poco abundante (Figs. 4A, B). Las células de Leydig aparecían normales (Fig. 4C). Los tejidos protectores, como la albugínea y los de conducción, como la rete testis muestran igualmente una conformación estructural normal (Fig. 5E).

## DISCUSIÓN

El presente estudio, de carácter histológico descriptivo, nos ha permitido comprobar que en los animales híbridos llamados huarizos, producto del cruce entre llamas

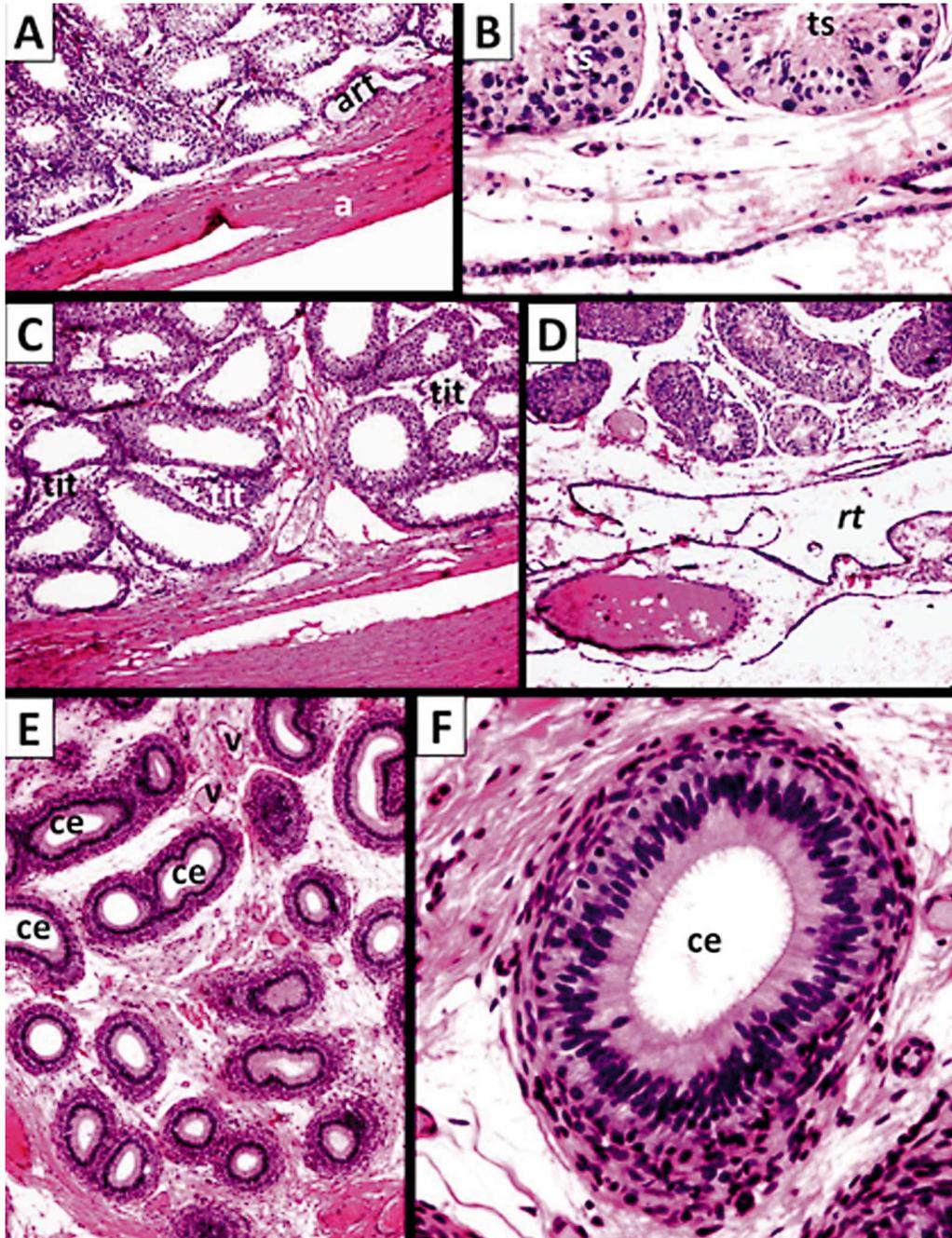


Fig. 3. Fotografías características de testículos de híbridos de cuatros años. (A) Se aprecian túbulos seminíferos en diferentes grados de desarrollo, con diferentes alturas del epitelio germinativo. A la derecha se aprecia un corte perpendicular a una arteriola (art) ubicada en al albugínea (a). Aumento x100, tinción de HE. (B) En el túbulo seminífero (ts) posicionado a la izquierda se observa el epitelio germinativo desarrollado, apreciándose algunas espermátidas elongadas y espermios. Aumento x400, tinción de HE. (C) Se aprecia el tejido intersticial (tit) de manera irregular, en algunas zonas hay un gran número de células, mientras que en otras éstas son escasas. Aumento x 100, tinción de HE. (D) Se aprecia el epitelio de la rete testis (rt). Aumento x100, tinción de HE. (E) Observamos los conductillos del epidídimo (ce) en diferentes planos de corte, comprobándose que presentan una morfología normal; v, vénulas. Aumento x100, tinción de HE. (F) Corte transversal donde se muestra, a mayor aumento (x400) la conformación del epitelio de un conductillo del epidídimo (ce). También se aprecian los núcleos de las células que conforman un epitelio basal. En la parte más externa se aprecia el importante desarrollo de las capas musculares lisas. Tinción de HE.

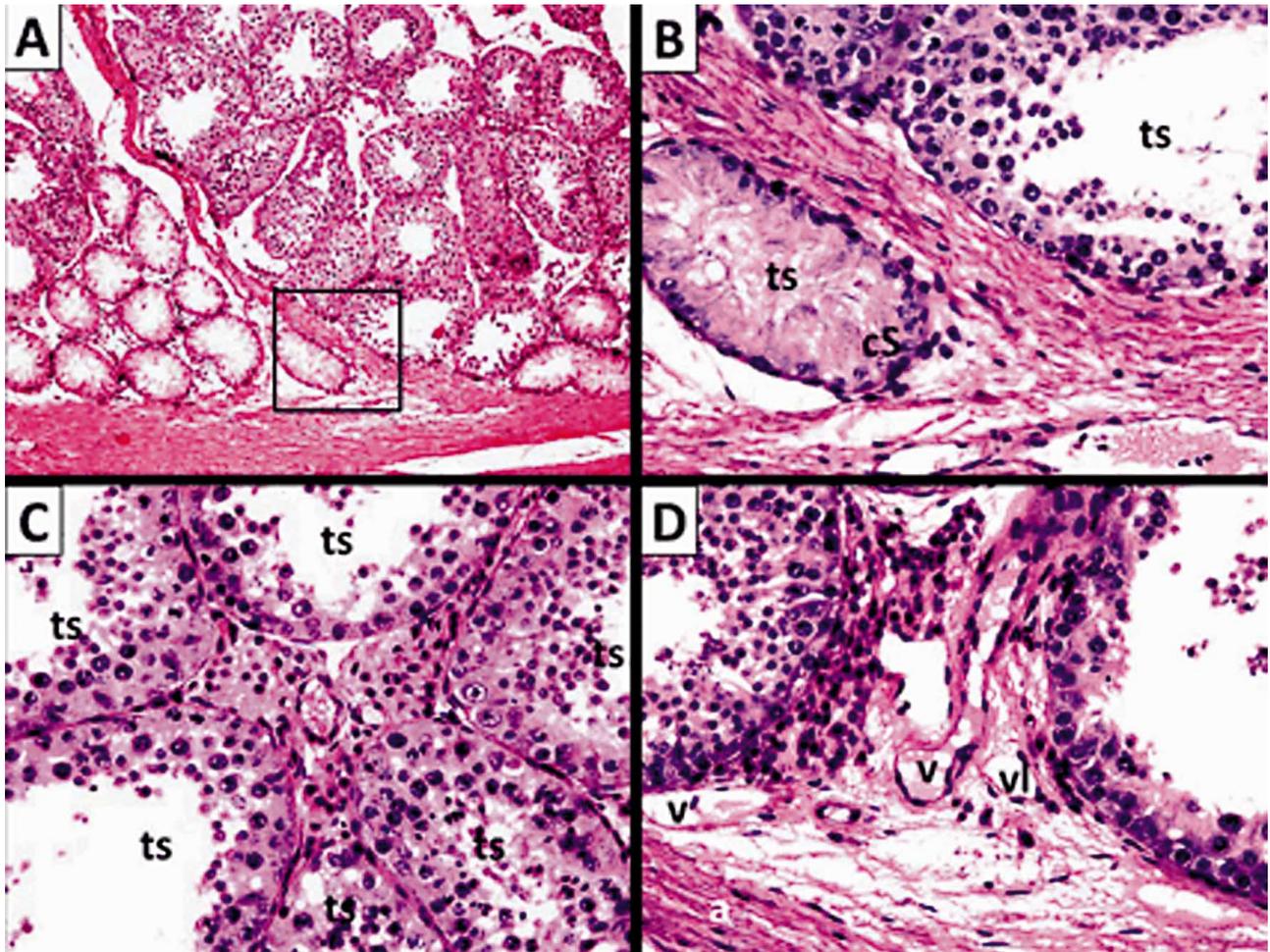


Fig. 4. Fotografías características de testículos de híbridos de cinco años. (A) Se aprecia túbulos seminíferos en distinto grado de desarrollo. Aumento x100. tinción de HE. (B) Ampliación de la zona encuadrada en (A) donde se aprecia, a la izquierda, un túbulo seminífero (ts) formado exclusivamente por células de Sertoli (cs) adosadas a la lámina basal y otro túbulo seminífero, arriba a la derecha, que presenta todos los tipos celulares incluidos espermatocitos. Aumento x400, tinción HE. (C) Se aprecia un corte transversal a diferentes zonas del túbulo seminífero donde se muestran diversas etapas de desarrollo del epitelio germinativo. Aumento x400, tinción de HE. (D) A ambos lados se aprecian dos túbulos seminíferos, algunos con espermatocitos normales. Vénulas (v) y vasos linfáticos (vl) en el septo del lóbulo (s) saliendo hacia la albugínea (a). Aumento x400, tinción HE.

y alpacas, la estructura de los túbulos seminíferos muestra un patrón bastante normal, similar al descrito para sus progenitores (Delhon & von Lawzewitsch).

En el examen visual de las preparaciones se detectó ausencia de las patologías descritas en estudios realizados en alpaca por Bravo *et al.* (1997), lo que ya permite afirmar la tesis de la normalidad de las muestras. Es interesante destacar la existencia de células de Leydig de apariencia normal esto permitiría el desarrollo hormonal normal del testículo. En nuestros estudios nosotros no encontramos vacuolizaciones en las células de Leydig como ha sido descrito en los camellos dromedarios (Abdel-Raouf *et al.*, 1975).

Stelletta *et al.* (2011) también realizaron citología testicular en alpacas. Tomando muestras con aguja fina logró identificar varios tipos de células de la línea germinal, desde espermatogonias hasta espermatozoos. Aunque no observó células de Leydig, ni indica la edad de los reproductores, si indica que son fértiles. Este trabajo es una comparación que nos permite inferir que, al encontrar nosotros ese mismo tipo de células incluyendo células de Leydig, estos híbridos no son estériles. Heath *et al.* (2002) ya habían utilizado esta técnica en llamas pero sin estudiar las diferentes clases de células que existen en un testículo.

En este estudio determinamos la presencia de

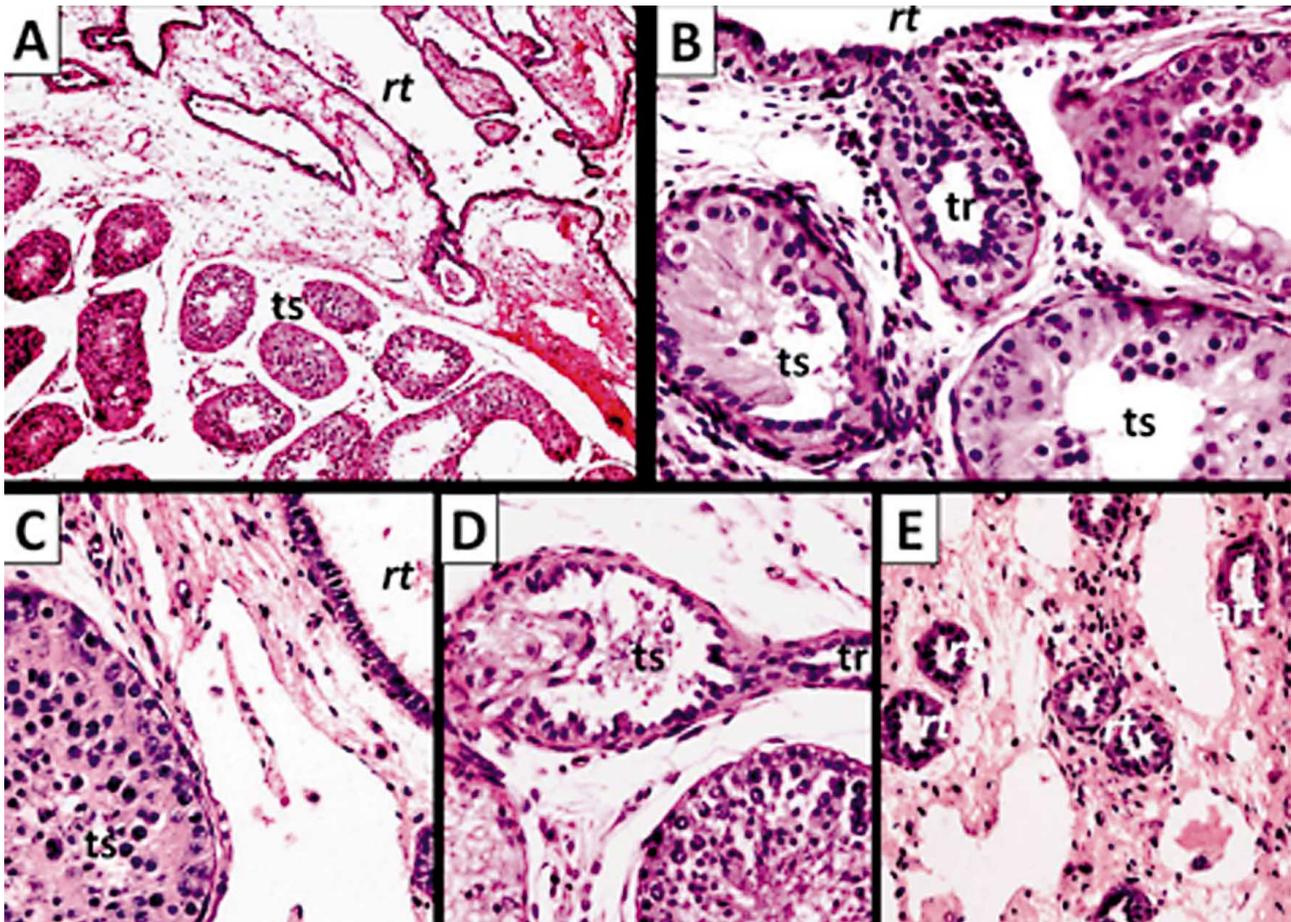


Fig. 5. Fotografías características de testículos de híbridos de cinco años. (A) Se aprecia en la parte inferior tubulos seminíferos (ts) y en la parte superior la rete testis (rt). Aumento x100, tinción de HE. (B) Se aprecian algunos túbulos seminíferos (ts) que presentan burbujas y no han alcanzado un desarrollo completo del epitelio germinativo. Aumento x100, tinción de HE. (C) Al lado izquierdo se aprecia un túbulo seminífero con desarrollo del epitelio germinativo y en el lado superior derecho el epitelio simple de la rete testis. Aumento x400, tinción de HE. (D) Se aprecia el contacto del túbulo seminífero (ts) con el túbulo recto (tr). Aumento x400, tinción HE. (E) Imagen de un corte transversal de la rete testis (rt) en adulto en donde se aprecian arteriolas (art). Aumento x400, tinción de HE.

espermios y comprobamos que la estructura tubular del huarizo presenta la misma complejidad que la de sus progenitores, en una próxima etapa se podrá estudiar el ciclo de desarrollo del epitelio germinativo de los túbulos seminíferos y hacer una caracterización histoquímica usando una batería de lectinas Con-A, VEA-1, LTA, WGA, GSA-IB4, SBA, PNA, ECA, DBA, MAL-II y SNA, comparándola con el trabajo desarrollado por Parrillo *et al.* (2009) con alpacas.

Kadwell *et al.* (2001) mostraron que hay una alta similitud genética entre alpaca y vicuña y entre llama y guanaco estudiando ADN mitocondrial y ADN microsatélite. Sus datos estarían de acuerdo con estudios recientes que postulan que en los camélidos sudamericanos no existirían 4 especies claramente separadas (Marin *et al.*, 2007a). Estos

autores estudiaron la variación en el patrón de bandas G de los cromosomas de llamas y alpacas y la secuencia de dos genes mitocondriales. El análisis combinado de las variaciones cromosómicas y moleculares les permitió concluir que hay una alta similitud genética entre alpacas y vicuñas, así como entre llamas y guanacos. Otro trabajo del mismo grupo (Marín *et al.*, 2008) realizado en guanaco, en el que también estudiaron secuencias mitocondriales, no demostró sin embargo la existencia de subespecies dentro de estos animales. Inicialmente se postuló que habría distinciones entre animales con distribución geográfica diferente, como son aquellos que están al norte de Chile y en Perú, respecto de aquellos que están al sur de Chile y en Argentina principalmente. Los resultados de la diversidad genética, en este estudio, más bien muestran una fuerte señal de que en el pasado el tamaño de la población era pequeño y que su ex-

pansión es un proceso reciente. Curiosamente, otro estudio del mismo grupo (Marín *et al.*, 2007b), también a través de un análisis de ADN mitocondrial, muestra que hay una pequeña diferencia genética entre poblaciones de vicuñas.

Nuestro análisis de los túbulos seminíferos nos ha permitido observar que los huarizos, como describió Sumar en alpacas, presentan un estado de desarrollo maduro a los dos años de edad, apreciándose a esta edad en ambos animales espermatoцитos normales en los túbulos seminíferos. Por otra parte, en nuestro análisis de los túbulos hemos observado la presencia de células de Sertoli vacuolizadas en el epitelio germinativo.

En los cortes testiculares de nuestros híbridos hemos observado túbulos seminíferos en los que se apreciaba un desarrollo completo de las células de la línea germinal, mientras que en otros la altura y desarrollo del epitelio germinal era bajo. Esto es concordante con el trabajo de Nuñez *et al.* (2007) en alpaca, donde describen un grado de desarrollo de los túbulos seminíferos muy variable entre lobulillos vecinos: algunos lobulillos alojaban túbulos con luz pequeña, epitelio relativamente alto y presencia de espermatoцитos, mientras que túbulos de otros lobulillos cercanos ni siquiera presentaban luz. Según Nuñez este fenómeno estaría explicado de algún modo por la estacionalidad, lo que es coincidente con nuestro trabajo ya que las muestras de nuestros animales fueron obtenidas entre los meses de julio y septiembre, que corresponden a la llamada "estación no reproductiva, seca".

Aun cuando hay bibliografía referente a estudios de testículo de algunas especies de camélidos sudamericanos, no existe ni una sola publicación que describa las características anatómicas, fisiológicas e histológicas de animales

híbridos, por lo cual los comentarios aquí vertidos se han realizado considerando lo poco que se conoce de las especies parentales (Delhon & von Lawzewitsch; Wang *et al.*, 2011). Por tanto en un futuro nos proponemos estudiar simultáneamente los testículos de los híbridos comparándolos con las especies parentales, incluyendo además distintas técnicas inmunocitoquímicas, que nos permitan profundizar en el análisis histológico.

## CONCLUSIONES

- Los animales híbridos obtenidos del cruce entre llama y alpaca presentan una organización histológica de los túbulos seminíferos sin alteraciones y con presencia de espermatoцитos maduros de estructura normal.
- La única alteración es la presencia de vacuolización y/o burbujas localizadas en ocasiones en células de Sertoli.
- El tejido intersticial, donde se encuentran las células de Leydig productoras de testosterona, aunque aparece en baja cantidad, presenta una estructura normal. Las células de Leydig no presentan ninguna alteración.
- Los túbulos rectos de la rete testis, así como los del epidídimo, a las edades a las que ha sido posible estudiarlos, presentan una estructura sin alteraciones histológicas.

En resumen podemos concluir que los híbridos de llama y alpaca, llamados guarizos, podrían ser animales fértiles.

## ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo fue financiado por la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile) Proyecto de Investigación Mayor UTA N° 4711-10.

---

VALENZUELA-ESTRADA, M.; RIPPES, F. & NUÑEZ, H. Morphological study o testis of hybrid alpaca (*Lama pacos* L.1758) and llama (*Lama glama* L 1758). *Int. J. Morphol.*, 30(3):1187-1196, 2012.

**SUMMARY:** In the present study was carried out a description of the basic histological structure of testes in male hybrids of crossings of llama (*Lama glama* L.1758) and alpaca (*Lama pacos* L.1758), which is called guarizos or huarizos. As the reproductive physiology of these hybrids is unknown, it seemed important and basic histological studies are needed to predict if they have reproductive capacity because they are considered as sterile hybrids. To do this we have analyzed the left testes of 10 hybrid aged 2 and 5 years, fixing them in Bouin solution and including them in paraffin. Were studied by light microscopy histological sections of 5 microns in thickness, containing in all cases seminiferous tubules to study the germinal epithelium. In some cases, including the epididymis, to determine if the histology is normal and compatible with a possible functionality. These sections were stained with hematoxylin-eosin (HE) and / or HE-PAS. The study of these sections allowed the seminiferous tubules observed in all cell types expected: Sertoli cells, Leydig cells, spermatogonia and spermatocytes, all of them look normal. In the case of Sertoli cells, some of which exhibited a high degree of vacuolization, which is also considered normal by the presence of large lipid droplets. At other times in some Sertoli cells were detected hollow spherical bubbles or voids, in the literature is considered to correspond to the spaces occupied by germ cells and missing. The constitution of the epididymis was histologically normal. Therefore, histologic examination of the testes of these hybrids can be concluded that the structure of seminiferous tubules with apparently normal and spermatocytes also appear to be normal, which could suggest the possibility that these hybrids have some degree of fertility.

**KEY WORDS:** Híbrido; Llama; Alpaca; Testis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Raouf, M.; Fateh El-Bab, M. R. & Owaida, M. M. Studies on reproduction in the camel (*Camelus dromedarius*) V. Morphology of the testis in relation to age and season. *J. Reprod. Fert.*, 43:109-16, 1975.
- Bravo, W.; Flores, D. & Ordoñez, C. Effect of repeated collection on semen characteristics of Alpaca. *Biol. Reprod.*, 57:520-4, 1997.
- Delhon, G. A. & Von Lawzewitsch, I. Reproduction in the male llama (*Lama glama*), a South American camelid. Spermatogenesis and organization of the intertubular space of mature testis. *Acta Anatomica (Basel)*, 121:59-66, 1987.
- Flores Ochoa, J. A. *Pastores de alpacas de los Andes*. En: Flores Ochoa, J. A. Compilador, Pastores de la Puna, Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1977. pp. 15-52.
- Gray, A. P. *Mammalian Hybrids*. Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1954.
- Ghezzi, M. D. et al., *El aparato reproductor masculino de la llama*. En: Excerta Anatómica Camelidae. Compiladores: Galotta, J. M. & Márquez, S. G. Editado por Fundación Camélidos Sudamericanos, Buenos Aires, Argentina, 1994.
- Heath, A. M.; Pugh, D. G., Sartin, E. A.; Navarre, B. & Purohit, R. C. Evaluation of the safety and efficacy of testicular biopsies in llamas. *Theriogenology*, 58:1125-30, 2002.
- Kadwell, M.; Fernández, M.; Stanley, H. F.; Baldi, R.; Wheeler, J. C.; Rosadio, R. & Bruford, M. W. Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proc. R. Soc. Lond.*, 268:2575-84, 2001.
- Marin, J. C.; Casey, C. S.; Kadwell, M.; Yaya, K.; Hoces, D.; Olazabal, J.; Rosadio, R.; Rodríguez, J.; Spotorno, A.; Bruford, M. W. & Wheeler, J. C. Mitochondrial phylogeography and demographic history of the vicuña: implications for conservation. *Heredity*, 1-11, 2007a.
- Marin, J. C.; Zapata, B.; Gonzalez, B. A.; Bonacic, C.; Wheeler, J. C.; Casey, C.; Bruford, M.; Palma, E.; Poulin, E.; Alliende, M. & Spotorno, A. Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 80(2):121-40, 2007b.
- Marin, J. C.; Spotorno, A. E.; Gonzalez, B. A.; Bonacic, C.; Wheeler, J. C.; Casey, C. S.; Bruford, M. W.; Palma, E. & Poulin, E. Mitochondrial DNA variation and systematics of the guanaco (*Lama guanicoe*, Artiodactyla:Camelidae). *J. Mammal.*, 89:269-81, 2008.
- Novoa, C. Reproduction in camelidae. *J. Reproduction Fert.*, 22:3-20, 1970.
- Núñez, M. E.; Genovese, P.; Cordero, A.; Picabea, N.; Cárdenas, O.; Huanca, W. & Bielli, A. Desarrollo heterogéneo, alternante y altamente ordenado en los túbulos seminíferos de la alpaca adulta (*Vicugna pacos*): resultados preliminares. ALPA -Cuzco, Perú, 2007.
- Nuevo, C. M. *Sinopsis de la historia natural de los camélidos sudamericanos*. En Excerta Anatómica Camelidae. Compiladores: Galotta, J. M. & Márquez, S. G. Editado por Fundación Camélidos Sudamericanos, Buenos Aires, Argentina, 1994.
- Parrillo, F.; Verini Supplizi, A.; Mancuso, R. & Catone, G. Glycomolecule modifications in the seminiferous epithelial cells and in the Acrosome of post-testicular spermatozoa in alpaca. *Reprod. Domest. Anim.*, 47(4):675-86, 2009
- San Martin, M.; Copaira, M.; Zúñiga, J.; Rodríguez, R.; Bustinza, G. & Acosta, L. Aspects of reproduction in the alpaca. *J. Reprod. Fert.*, 16:395-9, 1968.
- Skidmore, J. A.; Billah, M.; Binns, M.; Short, R. V. & Allen, W. R. Hybridizing old and new world camelids: *Camelus dromedarius* x *Lama guanicoe*. *Proc. Biol.Sci.*, 266:649-56, 1999.
- Skidmore, J. A.; Billah, M.; Short, R. V. & Allen, W. R. Assisted reproductive techniques for hybridization of cameli. *Reprod. Fert. Dev.*, 13:647-52, 2001.
- Stelletta, C.; Juyena, N. S.; Ponce Salazar, D.; Ruiz, J. & Gutierrez, G. Testicular cytology of alpaca; comparison between impressed and smeared slides. *Anim. Reprod. Sci.*, 125:133-7, 2011.
- Sumar, J. *Fisiología de la reproducción del macho y manejo reproductivo*. In: Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. Editor: S. Fernández-Baca. Santiago, Chile. 1991. pp. 111-148, Capítulo 4.
- Wang, H.; Dong, Y., Chen, W.; Hei, J.; Dong, C. Expression and localization of nerve growth factor (NGF) in the testis of alpaca (*Llama pacos*). *Folia Histochem. Cytobiol.*, 49(1):55-61, 2011.

Correspondence to:  
Prof. Dr. Mario Valenzuela-Estrada  
Departamento de Biología.  
Universidad de Tarapacá. Casilla 7/D,  
Velásquez 1775,  
Arica  
CHILE.

E-mail: mvalenz@uta.cl

Received: 29-03-2012  
Accepted: 16-07-2012