

## GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN

### Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática

Luis E. Ayala Guanga\*, Ramiro Rodas Carpio\*, Andrés Almeida\*\*, Carlos S. Torres Inga\*, Pedro E. Nieto Escandón\*

\* Escuela de Veterinaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Ecuador

\*\* Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Azuay, Ecuador

luis.ayala@ucuenca.edu.ec

---

#### RESUMEN

La investigación se realizó en el cantón Cuenca, provincia del Azuay-Ecuador. Coordenadas UTM 717 386 x 967 5751, altura 2 714 m s.n.m., temperatura promedio de 14 °C. El estudio determinó la influencia de las espículas peneanas sobre el comportamiento sexual, la fertilidad y parámetros de calidad espermática en cobayos (*Cavia porcellus*) criados en el altiplano ecuatoriano. Se utilizaron 5 machos enteros (con espículas peneanas), 5 machos extirpados las espículas y 40 hembras nulíparas, conformación Tipo A y pelaje tipo 1. Se determinó que el por ciento de preñez de las hembras copuladas con machos extirpados las espículas peneanas disminuía en 65 % en relación al grupo control ( $P < 0,05$ ). Sin embargo, el patrón de comportamiento sexual y la calidad espermática de los dos grupos en estudio fue similar ( $P > 0,05$ ). Por lo tanto, se concluye que la extirpación de las espículas peneanas influye en la fertilidad, pero no en el comportamiento sexual y calidad espermática.

**Palabras clave:** *cobayos, espículas, fertilidad*

#### Influence of Penis Spicule of Cavy (*Cavia porcellus*) on their Sexual Behavior, Fertility and Sperm Quality

##### Abstract

This research took place in canton Cuenca, province of Azuay, Ecuador, located on UTM 717 386 x 967 5751, 2 714 meters above sea level, with a mean temperature of 14 °C. This study determined the influence of penis spicules on sexual behavior, fertility and sperm quality parameters in cavy (*Cavia porcellus*), raised on the Ecuadorian highlands. A number of 5 whole males (with penis spicules) were included in the study. Also, included were 5 males with their spicules removed, and 40 multiparous females, conformation type A, pelage type 1. The pregnancy percentage of females that copulated with extirpated males decreased 65 % in relation to the control group ( $P < 0.05$ ). However, the sexual behavior pattern and sperm quality of the two groups in the study were similar ( $P > 0.05$ ). Therefore, the study concluded that extirpation of the penis spicule has effects on fertility, but not on sexual behavior and sperm quality.

**Key words:** *cavy, spicules, fertility*

## INTRODUCCIÓN

Una alternativa para disminuir la agresividad de los animales es la castración o esterilización, sea esta quirúrgica o química (Apréaz, *et al.*, 2011; Vega *et al.*, 2012). Cada técnica de castración tiene ventajas y desventajas, los resultados dependen de factores como especie, individuo, estado fisiológico, etc. (Hernández y Fernández, 2002)

En la zona rural del Ecuador como técnica ancestral se realiza la extirpación de las espículas peneanas con la finalidad de esterilizar al cobayo y disminuir su agresividad; sin embargo, no existen trabajos publicados sobre la función que cumplen estas estructuras y la influencia sobre el comportamiento reproductivo del cobayo.

Anatómicamente los roedores histricomorfos poseen ventral a la uretra dos estructuras invaginadas o espículas queratinizadas (Stan, 2015), cuando el pene se encuentra erecto estas se proyectan desde el extremo del glande, como dos espinas delgadas de aproximadamente 4-5 mm de longitud, no obstante, su función no se conoce totalmente, pero se especula que pueden adaptarse a surcos de similar forma en el aparato genital femenino (Sachs *et al.*, 1984).

Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática

Al no existir información específica de la función de las espículas peneanas en los cobayos, se ha buscado en otros roedores; es así que, Adebayo *et al.* (2011), establecieron que las espículas peneanas en los roedores pueden actuar como órganos sensitivos accesorios, que contribuyen a la sensibilidad genital en el macho, o podrían proporcionar un estímulo adicional al tracto genital femenino.

Los machos de la mayoría de roedores, en el momento de la eyaculación depositan un tapón en el tracto vaginal de la hembra para evitar apareamientos posteriores (Hartung y Dewsbury, 1978; Voss, 1979). Cena *et al.* (1995), determinaron que las espinas peneanas de los cobayos contribuyen a la eliminación del tapón vaginal fruto de la primera monta, permitiendo nuevas fecundaciones. Adebayo *et al.* (2011), establecieron que la estimulación generada por las espículas en roedores durante la cópula, puede desencadenar el proceso neuroendocrino cuyo resultado es la ovulación.

La presente investigación busca determinar la influencia de las espículas peneanas sobre el comportamiento sexual, la fertilidad y parámetros de calidad espermática en cobayos (*Cavia porcellus*) criados en el altiplano ecuatoriano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en una granja de un beneficiario del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ubicada en la panamericana sur km 1, parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia del Azuay-Ecuador. Coordenadas UTM 717 386 x 967 5751, altura 2 714 m s.n.m., temperatura promedio de 14 °C, humedad relativa 80 % y pluviosidad anual entre 800 y 2 000 mm. Para la realización de este trabajo se tuvo presente la normativa del código sanitario para animales terrestres, capítulo 7.8 “Utilización de animales en la investigación y educación”, de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2016).

### *Animales en estudio*

Se incluyeron 10 cobayos machos de cinco meses de edad, peso promedio  $988,3 \pm 11,40$  g, fertilidad comprobada previamente. 40 hembras de cuatro meses de edad, peso promedio  $815,3 \pm 11,80$  g, nulíparas. Conformación tipo A y pelaje tipo 1 de acuerdo a la clasificación determinada por (Solorzano y Sarria 2014). Los cobayos permanecieron en un mismo plantel desde junio a septiembre 2015, recibieron las mismas condiciones de manejo y sanidad, alimentados con pastura en asociación de *Pennisetum clandestinum*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, suplementadas con sales minerales.

### *Protocolo de extirpación de las espículas peneanas*

Las determinaciones se realizaron tras la extirpación quirúrgica de las espículas peneanas. A los reproductores seleccionados (5 cobayos) se les anestesió con una mezcla de zolazepam y tiletamina (Zoletil 50<sup>®</sup>), dosis de 50 mg/kg vía subcutánea, de acuerdo al protocolo establecido por Álvarez (2010). A continuación, se procedió a extirpar las espículas peneanas siguiendo los criterios de cirugía genital experimental propuesta por (Gay y Heavner, 1986). Una vez anestesiado se realizó el depilado y embrocado de la zona genital del cobayo, luego se expuso el órgano por medio de la protrusión del pene a través de la bolsa uretral, esto se logró por presión digital. Visualizadas las formaciones córneas (espículas), se procedió a fijarlas con una pinza para luego seccionar con una tijera, finalmente se retornó el órgano a su posición normal. Se mantuvo por 15 días a los cobayos en fosas individuales para su monitoreo y recuperación.

### *Experimentos*

Primer experimento (valoración de comportamiento sexual)

T1= 4 cobayos (machos) con espículas peneanas (enteros); estos fueron colocados cada uno con 5 hembras en jaulas separadas

T2= 4 cobayos (machos) extirpados las espículas peneanas (extirpados); estos fueron colocados cada uno con 5 hembras en jaulas separadas

En este se valoró el número de acalamientos de los genitales, olfateos, mordiscos y montas, realizado por el macho a sus compañeras de jaula.

Segundo experimento (porcentaje de preñez)

Se valoró la preñez en las 20 hembras de T1 y (20 hembras) T2 del primer experimento

Tercer experimento (determinación de la calidad espermática)

T1= 5 cobayos (machos) con espículas peneanas (enteros)

T2= 5 cobayos (machos) extirpados las espículas peneanas (extirpados)

Se analizó calidad espermática de los ocho machos de los tratamientos en estudio.

#### *Comportamiento sexual*

El presente trabajo evaluó el comportamiento sexual de cobayos enteros y los extirpados. En una jaula se colocó un macho con cinco hembras (cuatro repeticiones). Se valoró el número de acicalamientos de los genitales, olfateos, mordiscos y montas que realizó el macho a las hembras compañeras de jaula. Para la determinación se realizó observaciones diarias, 4 horas en la mañana y 4 horas en la tarde, en los primeros 8 días post-ingreso del macho en la jaula de las hembras. Se dispuso estratégicamente las jaulas con la finalidad de observar todas a la vez, se filmó la actividad de los cobayos durante estos 8 días.

#### *Fertilidad (porcentaje de preñez y prolificidad)*

La fertilidad del macho se determinó por el número de hembras compañeras de jaula que quedaron gestantes. Los machos permanecieron 30 días junto a las hembras, luego fueron retirados y colocados en jaulas individuales. La determinación de la gestación se realizó siguiendo la técnica de palpación descrita por Kaufmann y Davidoff (2012); sin embargo, como dato confirmatorio se cuantificó el número de hembras que parieron hasta 60 días post-retiro de los machos. El número de crías por parto, fue establecido en base al número de crías paridas por jaula, este valor fue dividido solo para el número de hembras que parieron para obtener el valor final.

#### *Parámetros de valoración espermática*

Para esta valoración se utilizó espermatozoides obtenidos de la cola del epidídimo mediante la técnica de difusión propuesta por Slott, *et al.* (1991). Para lo cual, se realizó la extirpación quirúrgica del testículo de cada sujeto experimental. Se separó por disección el epidídimo. Posteriormente se colocó la cola del epidídimo en un tubo falcón (SSI, México), estéril de 15 ml con 2 ml de medio Holding Plus (BIONICHE, Pullman, WA, USA<sup>®</sup>). El tubo se colocó a 37 °C en baño maría por 10 min para permitir que los espermatozoides se diseminen en el medio. Se retiró 1 ml de sobrenadante y se puso en otro tubo falcón estéril el cual contenía solución Cushion fluid<sup>®</sup> 1ml. Luego se centrifugo a una velocidad de 100 g por 20 min, finalmente se obtuvo la fracción con los espermatozoides para su análisis.

Para la valoración de la calidad espermática se determinó la Concentración, Motilidad Masal, Motilidad Individual, Vitalidad y Morfología, se utilizó la técnica propuesta por Boersma *et al.* (2015). Para la valoración de concentración espermática se utilizó un fotómetro (SDM 1, Minitube; DE; USA<sup>®</sup>). La motilidad masal se estableció mediante la observación directa en el microscopio de la formación de ondas (escala 1 a 5); 1 cuando no existe movimiento y 5 ondas que forman remolinos. En la motilidad individual se evaluó el movimiento rectilíneo progresivo de los espermatozoides. Para determinar la vitalidad espermática se utilizó la tinción eosina-nigrosina. Para valorar la morfología se utilizó solución salina con glutaraldehído (2 %).

#### *Análisis estadístico*

La investigación fue experimental, con un diseño completamente al azar (DCA).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS para Windows versión 22<sup>®</sup>. Los datos de las variables comportamiento sexual y calidad espermática fueron sometidos a la prueba de Shapiro-Wilk y Levene ( $P < 0,05$ ) para analizar la normalidad y la homogeneidad de varianzas (variables de escala), en base a estos resultados se realizó la prueba de T de Student para muestras independientes. Para la variable porcentaje de gestación (nominal), se aplicó la comparación de proporciones Z ( $P < 0,05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### *Valoración del comportamiento sexual*

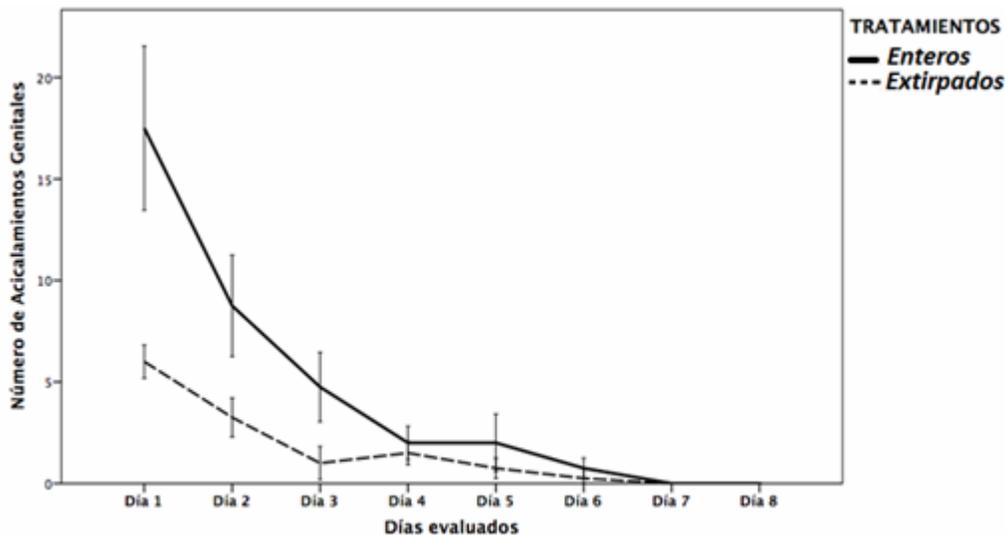
El comportamiento sexual de los machos en los dos tratamientos en estudio fue similar ( $P > 0,05$ ) para los parámetros olfateos, mordiscos y montas (Tabla 1); sin embargo, el número promedio de acicalamientos fue mayor en el grupo de machos enteros en relación al de los extirpados ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 1. Media y error estándar de las variables acicalamiento, olfateos, mordiscos y montas realizados por los cobayos de los dos tratamientos durante el periodo de monitoreo (8 días)**

Variables	Tratamientos						P
	Enteros			Extirpados			
	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		$\bar{X} \pm EE$	IC 95 %		
	inferior	superior		inferior	superior		
Acicalamiento de genitales	4,67±1,05	2,61	6,73	1,59±0,36	0,88	2,30	0,01
Olfateos	11,53±1,29	9,00	14,06	9,87±1,30	7,32	12,42	0,37
Mordiscos	17,97±1,24	15,54	20,40	20,28±1,53	17,28	23,28	0,25
Montas	1,09±0,16	0,78	1,40	0,63±0,24	0,16	1,10	0,11

$\bar{X}$  = media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student.

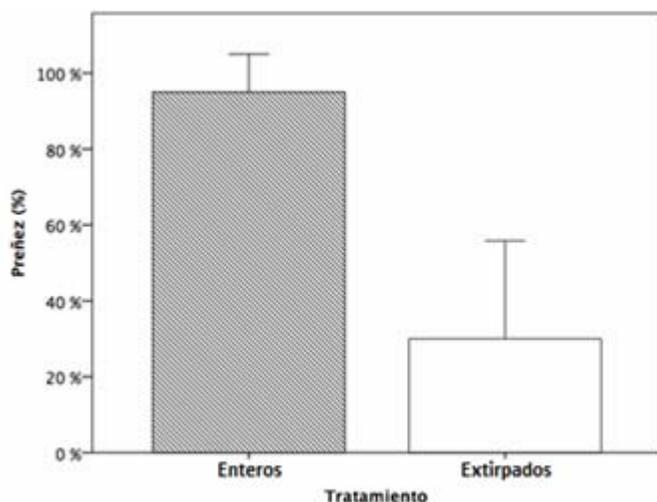
Al analizar la variable número de acicalamientos día a día durante el período de valoración (8 días), se pudo observar que T1 presentó valores superiores a los de T2 en los días 1; 2 y 3 ( $P < 0,05$ ), con medias de  $17,5 \pm 2,02$ (T1);  $6,0 \pm 0,41$ (T2)/ $8,8 \pm 1,25$ (T1);  $3,3 \pm 0,48$ (T2)/ $4,8 \pm 0,85$ (T1);  $1,0 \pm 0,40$ (T2), respectivamente Fig. 1. En el resto de días el patrón de comportamiento de esta variable fue similar para los dos tratamientos ( $P > 0,05$ ).



**Fig. 1. Media del número de acicalamientos realizadas por los machos a sus compañeras de jaula en los dos tratamientos valorados en diferentes días. Días 1, 2 y 3 hay diferencia estadística entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ). Prueba T de Student.**

*Valoración de fertilidad (porcentaje de preñez)*

El grupo de hembras (cobayas) que fueron copuladas por cobayos enteros quedaron preñadas un 65% más, en comparación con las hembras que fueron cubiertas por los machos extirpados las espículas ( $P < 0,05$ ) (Fig. 2).



**Fig. 2. Por ciento de preñez de las hembras que fueron copuladas por los machos de los dos tratamientos (prueba de Z)**

Al comparar el número de crías obtenidas en los dos tratamientos se estableció un valor de  $1,28 \pm 0,26$  crías/camada para hembras que copularon con machos enteros y  $1,18 \pm 0,64$  crías/camada (extirpados), con un valor ( $P > 0,05$ ); es decir, no presentan diferencia estadística.

#### *Valoración de calidad espermática*

El patrón de comportamiento de las variables concentración espermática, motilidad masal, motilidad individual, vitalidad y morfología, que fueron utilizadas para determinar calidad espermática en los dos tratamientos fueron similares ( $P > 0,05$ ); sin embargo, se puede indicar que se encuentran dentro de los rangos considerados como aceptables para esta especie de roedores (Tabla 2).

**Tabla 2. Media y error estándar de los parámetros de valoración espermática**

Variables	Tratamientos						P
	Enteros			Extirpados			
	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 % inferior	IC 95 % superior	$\bar{X} \pm EE$	IC 95 % inferior	IC 95 % superior	
Concentración ( $\times 10^6$ )	418±57	306,28	529,72	342±32	279,28	404,72	0,29
Motilidad Masal (1-5)	3,4±0,24	2,93	3,87	2,8±0,2	2,41	3,19	0,09
Motilidad Individual (%)	58±5,39	47,44	68,56	55±2,24	50,61	59,39	0,62
Vitalidad (%)	60,2±4,02	52,32	68,08	52,2±8,09	38,34	70,06	0,53
Morfología (%)	62,8±2,89	57,14	68,46	63,4±2,66	58,19	68,61	0,88

$\bar{X}$ : media; EE=error estándar; IC=intervalo de confianza 95 %; P=valor de significancia al 0,05; Prueba de T de Student

Los resultados obtenidos muestran una influencia altamente significativa ( $P < 0,05$ ), de las espículas del cobayo sobre la fertilidad de las hembras, que fueron copuladas por machos que poseían estas estructuras; es así que, el grupo 1 (hembras copuladas por machos enteros) tuvieron una fertilidad mayor (95 %), frente al 30 % del grupo 2 (hembras copuladas por machos que fueron extirpados las espículas). Existen trabajos como el de Solorzano y Sarria (2014); Fernández (2010) que analizaron el porcentaje de preñez

Espículas peneanas del cobayo (*Cavia porcellus*), influencia sobre el comportamiento sexual, fertilidad y calidad espermática

de las cobayas y establecieron valores promedios del 90 y 84,27 %, respectivamente, lo que nos permite aseverar que los machos enteros (T1) de la investigación fueron fértiles.

En lo que respecta al promedio de crías por madre en nuestra investigación fue de  $1,28 \pm 0,26$  (enteros) y  $1,18 \pm 0,64$  (extirpados), lo cual está dentro del rango establecido por Solorzano y Sarria (2014) y Schöpfer *et al.* (2011), quienes determinaron un rango de 1 a 5 crías/madre, cuando hay una densidad de empadre 1 macho con 5 hembras.

La investigación permitió establecer que las espículas peneanas no influyen en el comportamiento sexual de los cobayos, a excepción del número de acicalamientos que sí mostró diferencia entre grupos ( $P < 0,05$ ). Esto podría ser explicado por la teoría de Manteca (2009), quien manifestó en su libro *Etología veterinaria*, que la conducta sexual en los roedores machos, se origina en el proceso de diferenciación sexual del sistema nervioso central, influenciado por la acción de las hormonas sexuales. Este proceso ocurre en dos fases: en la primera los andrógenos actúan en la fase temprana de desarrollo, organizando rutas neuronales que serán las responsables de la conducta sexual. La segunda fase (activación) ocurre en la pubertad, allí los andrógenos actúan sobre las rutas neuronales previamente diferenciadas, permitiendo manifestar las características sexuales masculinas. Por lo tanto, una vez alcanzado la madurez sexual los patrones comportamentales de la conducta sexual están establecidos. Cabe indicar que en el presente trabajo se utilizó machos maduros sexualmente (5 meses). Además, el trabajo de Hull y Domínguez (2007), determinó que la entrada quimiosensorial y el sistema vomeronasal son probablemente las dos vías que regulan el comportamiento sexual de los roedores machos durante el proceso de cópula y estos en la presente investigación no fueron alterados.

Al analizar la calidad de los espermatozoides obtenidos de la cola del epidídimo de los cobayos en estudio se determinó que no existen diferencia estadística entre los dos tratamientos comparados ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, es importante mencionar que los valores obtenidos del parámetro motilidad individual en los dos grupos (enteros 58 %; extirpados 55 %) son cercanos a los publicados por Freund (1969), en cuya investigación obtuvo un porcentaje de motilidad espermática del 66 %; además, en este trabajo se estableció 95 % de espermatozoides con morfología normal, valor alto comparado con lo obtenido en el presente trabajo (63 %).

Los resultados obtenidos en la presente investigación no permiten determinar la función específica que desempeñan las espículas peneanas en la reproducción de los cobayos; sin embargo, existen trabajos como el de Stoddart (1979) quien estableció que estas espículas actúan como órganos sensitivos accesorios, provocando sensibilidad genital en el macho o pueden proporcionar un estímulo adicional para el tracto femenino provocando la ovulación. Spotorno (1979), menciona que, en especies de roedores de ovulación espontánea, no se ha considerado adecuadamente los mecanismos fisiológicos para la descarga preovulatoria de LH; por lo cual, sugiere que podría existir un estímulo mecánico actuando a nivel de vagina y cérvix uterino. Silva, *et al.* (2013), en su investigación establece que las espículas peneanas poseen dos funciones, la primera estimular la vagina durante la copulación y promover los procesos neuroendocrinos que generan la ovulación y la segunda permite retirar los tapones vaginales mucosos, para poder realizar una fecundación con una eyaculación subsiguiente; además, estas estructuras siguen un patrón de desarrollo peri puberal y que son dependientes de andrógenos, lo que se demuestra por medio de la castración que genera la regresión de estas estructuras; no obstante, al ser aplicada testosterona de forma exógena, nuevamente se produce la recuperación de las mismas. Estas investigaciones si bien nos permiten inferir nuestros resultados a un escenario experimental, también dejan abierta una serie de posibilidades para nuevas investigaciones.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de preñez disminuye en cobayas copuladas por machos extirpados las espículas peneanas; sin embargo, el comportamiento sexual del macho y su calidad espermática no difiere entre los grupos en estudio.

## REFERENCIAS

ADEBAYO, A.; AKINLOYE, A.; OLURODE, S.; ANISE, E. y OKE, B. (2011). The structure of the penis with the associated baculum in the male greater cane rat (*Thryonomys swinderianus*). *Folia Morphol (Warsz)*, 70 (3), 197-203.

- ÁLVAREZ, I. (2010). *Métodos de anestesia, analgesia y eutanasia. Manual de prácticas*. Madrid, España: COEDI.
- APRÁEZ, J.; FERNÁNDEZ, L. y HERNÁNDEZ, A. (2011). Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y la calidad de la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). *Vet Zootec.*, 5 (1), 20-25.
- BOERSMA, A.; OLSZANSKA, O.; WALTER, I. y RÜLICHE, T. (2015). Microsurgical and Percutaneous Epididymal Sperm Aspiration for Sperm Collection from Live Mice. *The American Association for Laboratory Animal Science*, 54 (5), 471-477.
- CERNA, C.; DEZA, E. y LLUÉN, B. (1995). *Reproducción de los animales domésticos* (1ª ed.). Lima, Perú: CONCYTEC.
- FERNÁNDEZ, J. (2010). *Tamaño y peso de camada en cuyas criollas servidas por machos de razas mejoradas en el distrito de Huarango, San Ignacio, Cajamarca*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- FREUND, M. (1969). Interrelationships among the characteristics of guinea-pig semen collected by electro-ejaculation. *J. Reprod. Fert.*, 19, 393-403.
- Gay, W. I. y Heavner, J. E. (1986). *Methods of animal experimentation. Research surgery and care of the research animal*. Orlando, Florida: Academic Press.
- HARTUNG, T. G. y DEWSBURY, D. A. A. (1978). Comparative analysis of copulatory plugs in muroid rodents and their relationship to copulatory behavior. *Journal of Mammalogy*, 59, (4), 717-723.
- HERNÁNDEZ, A. y FERNÁNDEZ, L. (2002). Castración: Una alternativa que facilita el manejo de los cuyes en ceba. *Rvta. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*. 3, p 18-20.
- HULL, E. y DOMÍNGUEZ, J. (2007). Sexual behavior in male rodents. Manuscript. NIH *Public Acces.*, 52 (1), 45-55.
- KAUFMANN, P. y DAVIDOFF, M. (2012). *Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology. The Guinea-Pig Placenta*. Wurzbug: Springer Science & Business Media.
- MANTECA, X. (2009). *Etología Veterinaria*. Madrid, España: Ediciones Veterinarias.
- OIE (2016). *Código Sanitario para los Animales Terrestres* (25ª ed.). Recuperado el 13 de octubre de 2016, de <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-terrestre>.
- SACHS, B.; GLATER, G. y O'HANLON, J. (1984). Morphology of the erect glans penis in rats under various gonadal hormone conditions. *Anat Rec.*, 210, 42-52.
- STAN, F. (2015). Anatomical Particularities of Male Reproductive System of Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Bulletin UASVM Veterinary Medicine*, 72 (2), 288-295.
- SILVA, M.; ROSA, M.; VILLASEÑOR, V.; MÁRQUEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; BONILLA, H.; GUZMÁN, X. y CONTRERAS, J. L. (2013). Testosterone Levels and Development of the Penile Spines and Testicular Tissue during the Postnatal Growth in Wistar Rats. *Advances in Sexual Medicine*, 3, 1-9.
- SCHÖPPER, T.; PALME, R.; RUF, R. y HUBER, I. (2011). Chronic stress in pregnant guinea pigs (*Cavia aperea* F. Porcellus) attenuates long-term stress hormone levels and body weight gain, but not reproductive output. *J. Comp Physiol B.*, 181, 1089-1100.
- SLOTT, L.; SUAREZ, D. y PERREAULT, D. (1991). Rat sperm motility analysis: methodologic considerations. *Reproductive Toxicology*, 5, 449-458.
- SOLORZANO, J. y SARRIA, J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Lima-Perú: Editorial MACRO.
- SPOTORNO, A. (1979). Contrastación de la macrosistemática de roedores caviomorfos por análisis comparativo de la morfología reproductiva masculina. *Archivos de Biología médica*, 12, 97-106.
- STODDART, D. (1979). *The copulatory pattern of the Bank vole (Clethrionomys glareolus) and speculation on the role of penile spines*. *Notes from mammal society*, pp. 279-300.
- VEGA, J.; PUJADA, H. y ASTOCURI, K. (2012). Efecto de la castración química en el comportamiento productivo y conductual del cuy. *Rev Inv Vet Perú*, 23 (1), 52-57.
- VOSS, R. (1979). *Male accessory glands and the evolution of copulatory plugs in rodents. Occasional Papers*. Museum of Zoology, University of Michigan, EE.UU.

Recibido: 12-7-2017

Aceptado: 20-7-2017