

## Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos

W. Huanca<sup>1</sup>

Laboratorio de Reproducción Animal – Facultad de Medicina Veterinaria  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú  
Recibido Octubre 18, 2011. Aceptado Julio 18, 2013.

---

## The challenges in reproductive management of South American camelids

**Abstract.** South American camelids are a major source of wealth for high Andean populations of Peru, Bolivia, Chile, Argentina and Ecuador. Reproductive management of any domestic species requires knowledge of its reproductive physiology. The reproductive performance of domestic camelids is quite poor, with reported birth rates not exceeding 50% in farming systems at the community level. One of the most important features in the reproductive physiology of the camelids has been determined: the condition of induced ovulation, which requires external stimuli such as copulation for ovulation to occur. Also pertinent is the presence of a protein called «Ovulation Inducing Factor» (OIF) in the seminal plasma of alpacas and llamas. The female camelids do not have estrous cycles like other species, rather in the absence of copulation they remain in a state of receptivity to the male continuously for 40 d, with a short period of rejection not exceeding 48 h. Improved nutrition seems to have a relative importance in camelids unlike that in other species under conditions of grazing natural pastures. In camelids, the development of artificial insemination is limited to use of fresh or chilled semen, which makes necessary the evaluation of protocols for cryopreservation of semen, thereby contributing to the spread of genetically superior animals. As for embryo transfer, experience has shown that hormonal stimulation with eCG or FSH enables obtaining  $4.9 \pm 1.1$  and  $4.3 \pm 2.3$  embryos in llamas and alpacas, respectively. Reports in the literature on *in vitro* fertilization are still scarce. Use of the OIF of seminal plasma is an alternative aid to improve reproductive indices, but studies are still needed on semen and embryo cryopreservation.

**Keywords:** Induced ovulation, Reproductive technologies, South American camelids

---

**Resumen.** Los camélidos sudamericanos representan una de las principales fuentes de recursos económicos para las poblaciones alto andinas de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador. El manejo reproductivo de cualquier especie doméstica requiere conocimiento de su fisiología reproductiva. El comportamiento reproductivo de los camélidos domésticos es bastante deficiente, con una tasa de natalidad que no supera el 50% en los sistemas de crianza a nivel de comunidades. Se ha logrado determinar una de las más importantes características en la fisiología reproductiva de los camélidos, la de ovulación inducida, por lo que requieren de estímulos externos como la cópula para que ocurra el evento de la ovulación; y además la presencia de una proteína, denominada «Factor Inductor de Ovulación» (FIO), en el plasma seminal de alpacas y llamas. La hembra de los camélidos no presenta ciclos estrales como otras especies, pero en ausencia de cópula, permanecen en un estado de aceptación al macho hasta por 40 d de receptividad continua, con un corto periodo de rechazo, no mayor a las 48 h. Una mejora de los esquemas nutricionales parece tener una importancia relativa en camélidos a diferencia de otras especies, bajo condiciones de crianza en pasturas naturales. En camélidos, el desarrollo de la inseminación artificial está limitado al uso de semen fresco o refrigerado, pero por lo que se requiere evaluar protocolos que permitan la criopreservación del semen y con ello contribuir a la difusión de animales genéticamente superiores. En transferencia de embriones, las experiencias de estimulación hormonal con uso de eCG o FSH permiten obtener entre  $4.9 \pm 1.1$  embriones transferibles en llamas y  $4.3 \pm 2.3$  embriones en alpacas. Los reportes sobre fecundación *in vitro* son aun escasos. El uso del FIO presente en el plasma seminal es

---

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia, e-mail; whuanca2002@yahoo.com.

una alternativa para contribuir a mejorar los índices reproductivos, sin embargo, aún se requieren estudios sobre protocolos para la criopreservación de semen y embriones.

**Palabras clave:** Camélidos suramericanos, Ovulación inducida, Tecnologías reproductivas

### Introducción

Los camélidos sudamericanos representan una de las principales fuentes de recursos económicos para las poblaciones alto andinas de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Ecuador. Los camélidos sudamericanos están conformadas por cuatro especies, dos domésticas y dos no domésticas (vicuña y guanaco) y se encuentran distribuidas ampliamente a lo largo del territorio de estos países. La mayor población de camélidos domésticos (alpacas y llamas) se encuentra en Perú y Bolivia, con una mayor población de alpacas en Perú y una mayor población de llamas en Bolivia. En camélidos no domésticos, la mayor población de vicuñas se encuentran en Perú, mientras que los guanacos principalmente están distribuidos en territorio de Argentina y Chile.

El comportamiento reproductivo de los camélidos domésticos es bastante deficiente, llegando a reportarse una tasa de natalidad que no supera el 50 % en los sistemas de crianza a nivel de comunidades. Los esquemas de empadres alternados y controlados o dirigidos han contribuido a una mejora del manejo reproductivo de los camélidos domésticos pero no siempre es utilizado a nivel de los pequeños y medianos productores. De otro lado, el desarrollo y la aplicación de tecnologías reproductivas aun son bastante incipientes. El uso de la Inseminación Artificial con semen fresco es una alternativa utilizada en determinadas comunidades del sur del Perú, mientras que la transferencia de embriones aun está restringida a los centros experimentales y solo ha sido utilizada en dos centros de producción privados, sin haberse realizado un registro sobre los resultados obtenidos. Respecto a la Fecundación In vitro, hasta la fecha solo se ha realizado estudios a nivel de laboratorios de universidades o centros experimentales, con algunos reportes de resultados promisorios pero sin haber sido aplicado a nivel de los productores.

En las líneas siguientes se discuten las alternativas disponibles, relacionados con el manejo reproductivo de los camélidos domésticos, en base a estudios realizados en las condiciones de la zona andina del Perú y que requieren ser evaluadas para contribuir a mejorar los actuales índices reproductivos.

### Manejo reproductivo

El manejo reproductivo de cualquier especie doméstica requiere, como un concepto previo, el conocimiento de la fisiología reproductiva. En camélidos,

los estudios realizados desde hace más de 50 años han contribuido al conocimiento de la fisiología reproductiva pero aún existen aspectos poco conocidos o que no siempre son considerados en el manejo reproductivo. Los avances tecnológicos y el conocimiento de nuevos conceptos son importantes para mejorar los actuales deficientes índices reproductivos en camélidos.

Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos

#### a) Deficiencias en la ovulación

Trabajos realizados en Perú han permitido determinar una de las más importantes características en la fisiología reproductiva de los camélidos, la condición de especies de ovulación inducida (San Martín *et al.*, 1968) por lo que requieren de estímulos externos como la cópula para que ocurra el evento de la ovulación. Las fallas en la ovulación pueden ser un factor importante en las deficiencias reproductivas de los centros de crianza de alpacas.

Investigaciones desarrolladas permitieron determinar que la ovulación no ocurre únicamente por el estímulo de la cópula sino por la presencia de una proteína, denominada «Factor Inductor de Ovulación» (FIO), presente en el plasma seminal de alpacas y llamas (Adams *et al.*, 2005). Los estudios posteriores señalan que el FIO es el responsable de inducir la secreción de la hormona luteinizante (LH) a partir de las células secretoras de la hipófisis, mediante un mecanismo de acción sistémico. Recientemente se ha reportado su resistencia al calor y a la acción enzimática (Ratto *et al.*, 2010).

Se han realizado experiencias sobre la aplicación del FIO en el manejo reproductivo, como la aplicación en programas de inseminación artificial (Huanca *et al.*, 2010) con resultados promisorios y obteniéndose una mejora en la tasa de preñez. Sin embargo, se requiere una mejor comprensión del mecanismo de acción de esta proteína para disponer de una alternativa que podría contribuir a mejorar los índices reproductivos.

#### b) Manipulación de los ciclos foliculares

La hembra de los camélidos no presenta ciclos estrales como otras especies, pero en ausencia de cópula, permanece en un estado de aceptación al macho hasta por 40 d de receptividad continua, con un corto periodo de rechazo, no mayor a las 48 h. Esta conducta de receptividad está determinada por el crecimiento folicular en forma de ondas, similar a otras especies

domésticas, que se superponen. Diversos autores han señalado este crecimiento de las ondas foliculares, con diferencias entre especie. El intervalo entre ondas es de 12 a 16 d en alpacas (Vaughan *et al.*, 2004) o de 14 a 21 d en llamas (Adams *et al.*, 1990), dependiente de la condición de lactante o no lactante de la hembra. Los estadios de desarrollo folicular presentan fases denominadas de crecimiento, estático o de regresión.

En las condiciones del altiplano peruano, las hembras de los camélidos presentan actividad de receptividad sexual durante los meses de diciembre a marzo o abril, coincidiendo con la época de lluvias y una mayor disponibilidad de pasturas. El corto periodo de servicio sugiere la necesidad de utilizar esquemas de manipulación ovárica, que permitan la sincronización de las ondas foliculares y realizar los servicios con presencia de folículos en fase de crecimiento o estática (Huanca *et al.*, 2004; Ratto *et al.*, 2003) que posiblemente puedan ayudar a mejorar la tasa de preñez.

#### c) Alternativas para mejorar la tasa de preñez

**Hormonales:** Estudios realizados en nuestro país, sugieren el uso del estradiol como una alternativa para mejorar la tasa de preñez. Se ha observado una mejora en la tasa de preñez al aplicar estradiol IM al día 8 post cópula en alpacas (Palomino *et al.*, 2006) y llamas (Chipayo *et al.*, 2003). Estos resultados confirman el importante rol del estradiol en el proceso de reconocimiento maternal de la preñez.

**Manejo:** El manejo de las hembras durante el periodo de servicio es un aspecto de gran importancia, considerando la edad de las hembras, época de servicio, tiempo de cópula e intervalo entre parto - servicio. Una práctica a nivel de productores es realizar una prueba de receptividad a los 12 a 14 d post servicio y en base a la respuesta observada, realizar un nuevo servicio a las hembras que muestran conducta de receptividad al macho; sin embargo, los camélidos machos presentan una conducta sexual bastante agresiva y las hembras tienden a adoptar una conducta de receptividad aun cuando estén preñadas. Estudios realizados con ayuda de técnicas ecográficas han determinado una eficiencia entre el 83 al 88% de diagnóstico de preñadas por ecografía respecto a la prueba de receptividad (Cárdenas *et al.*, 2001), lo que señala que la prueba de receptividad, si bien parece ser una alternativa a nivel de campo, se requiere tener en cuenta los posibles riesgos de montas y que pueden ser causal de muerte embrionaria.

Una mejora de los esquemas nutricionales parece tener una importancia relativa en camélidos a diferencia de otras especies, bajo condiciones de crianza en pasturas naturales. Un estudio sobre el

efecto de la suplementación alimenticia previo a la época de servicio, sugiere una mejora en hembras con cría pero no así en hembras sin cría (Huanca *et al.*, 2011). Sin embargo, podría ser de una gran importancia cuando se considera el uso de biotecnologías como la transferencia de embriones o inseminación artificial.

#### d) Uso de tecnologías reproductivas

Es conocida la importancia del uso de tecnologías reproductivas para el mejoramiento genético de las especies. En camélidos, el desarrollo de la inseminación artificial está limitado al uso de semen fresco o refrigerado pero se requiere evaluar protocolos que permitan la criopreservación del semen y con ello contribuir a la difusión de animales genéticamente superiores. Sin embargo, los resultados de tasas de preñez obtenidas con inseminación artificial son bastante similares a las observadas con un solo servicio por monta natural.

En transferencia de embriones, las experiencias de estimulación hormonal con uso de eCG o FSH permiten obtener entre  $4.9 \pm 1.1$  embriones transferibles en llamas (Huanca *et al.*, 2009) y  $4.3 \pm 2.3$  embriones en alpacas (Cervantes *et al.*, 2011), así como evaluar la importancia de la interacción embrión-útero, durante la transferencia ipsilateral o contra lateral a la presencia del cuerpo luteo (Carnero *et al.*, 2011). La criopreservación de embriones y su posterior transferencia se presentan como alternativas promisorias luego de haberse reportado una tasa de preñez del 16.7% (Vásquez, 2011).

Los reportes sobre fecundación *in vitro* son aun escasos, pero las experiencias preliminares señalan la factibilidad de recuperar ovocitos via transvaginal en hembras bajo estímulo hormonal y su posterior cultivo *in vitro*. El desarrollo de protocolos para producir embriones *In vitro* en camélidos no solo pueden contribuir a la mejora genética sino a mejorar los conocimientos básicos sobre el desarrollo embrionario temprano.

### Conclusiones

La disponibilidad de técnicas como la ultrasonografía ha contribuido al avance en el conocimiento de la fisiología reproductiva. El uso del FIO presente en el plasma seminal se presenta como una interesante alternativa para contribuir a mejorar los índices reproductivos. Sin embargo aun se requiere estudios sobre protocolos para la criopreservación de semen y embriones, así como fecundación *in vitro*. Esta no solo como una herramienta para el progreso genético sino para el estudio de la fisiología espermática y el conocimiento sobre los gametos y el desarrollo embrionario.

**Literatura Citada**

- Adams, G. P., J. Sumar, and O. J. Ginther. 1990. Effect of lactational or reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J. Reprod. Fert.* 90(2): 535-545.
- Adams, G. P., M. H. Ratto, W. Huanca, and J. Singh. 2005. Ovulating-inducing Factor in the seminal plasma of alpacas and llamas. *Biol. Reprod.* 73 (3) 452-457.
- Cárdenas, O., M. H. Ratto, A. Cordero, and W. Huanca. 2001. Determinación de la fertilidad en llamas con un servicio, mediante conducta sexual y ecografía. *Rev. Inv. Vet. Peru. Supl.* 1: 467-469.
- Carnero, S., W. Huanca, A. Cordero, M. Vásquez, y T. Huanca. 2011. Transferencia embrionaria ipsilateral y contralateral a la posición del cuerpo luteo y supervivencia embrionaria. *Rev. Inv. Vet. Peru.* 22(2): 114-120.
- Cervantes, M., W. Huanca, M. Gonzalez, J. Palomino, y V. Leyva. 2011. Relación entre día de colección y la recuperación de embriones en alpacas superovuladas. *Rev. Inv. Vet. Peru.* 22(2): 125-132.
- Chipayo, Y., V. Leyva, y W. Garcia. 2003. Efecto de estradiol en el reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas. *Rev. Inv. Vet. Peru* 14: 111-118.
- Huanca, W., A. Cordero, H. Huamán, y T. Huanca. 2011. Efecto de suplementación alimenticia sobre preñez y supervivencia embrionaria en llamas. XXII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Montevideo-Uruguay. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 19 (Supl. 1).
- Huanca, W., A. Cordero, T. Huanca, O. Cardenas, G. P. Adams and M. H. Ratto. 2009. Ovarian response and embryo production in llamas treated with equine chorionic gonadotropin alone or with a progestin-releasing vaginal sponge at the time of follicular wave emergence. *Theriogenology* 72: 803-808.
- Huanca, W., A. Cordero, y T. Huanca. 2003. Aplicación de un análogo de GnRH y segunda monta sobre la tasa de concepción en llamas. III Congreso Mundial de Camélidos, 15-18 octubre, Potosi-Bolivia.
- Huanca, W., J. Palian, E. Quina, R. Condori, M. H. Ratto, and G. P. Adams. 2010. Use of seminal plasma in artificial insemination of alpacas (*Vicugna pacos*) with fresh semen. Abstracts 5th European Symposium on South American camelids. October 6-8, Sevilla, España.
- Huanca, W., M. P. Cervantes and T. Huanca. 2004. Embryo mortality and its relation with the phase of follicular development at mating in alpacas. 2006. *South American Camelids Research* 1:107-118.
- Palomino, J., W. Huanca, y T. Huanca. 2006. Efecto de la aplicación de estradiol y progesterona sobre la sobrevivencia embrionaria en llamas. *Rev. Inv. Vet. Peru.* 17 (2) 119-124.
- Ratto, M. H., J. Singh, W. Huanca, and G. P. Adams. 2003. Ovarian follicular wave synchronization and pregnancy rate after fixed-time natural mating in llamas. *Theriogenology* 60(9): 1645-1656.
- Ratto, M. H., W. Huanca, and G. P. Adams. 2010. Ovulating-inducing Factor: A protein component of llama seminal plasma. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 8:44
- Vásquez, M., S. Cueva, A. Cordero, M. Gonzalez y W. Huanca. 2011. Evaluación de dos métodos de criopreservación de embriones de llamas sobre las tasas de supervivencia In vivo y In vitro. *Rev. Inv. Vet. Peru.* 22:190-198.
- Vaughan, J. L., K. L. Macmillan, and M. J. D'Ochhio. 2004. Ovarian follicular wave characteristics in alpacas. *Anim Reprod Sci.* 80 (3-4): 353-361.