

## Biotechnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos como alternativas para la mejora genética

Wilfredo Huanca<sup>1</sup>

Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú  
Recibido Noviembre 18, 2013. Aceptado Septiembre 20, 2014.

---

### Reproductive biotechnologies in domestic South American camelids as alternatives for genetic improvement

**Abstract.** Domestic South American camelids, alpacas and llamas, are an important component of socio-economic activity for a large segment of other Andean people of Peru and other Andean countries, production of fiber being a source of income for these populations. Deficiencies in reproductive management schemes have contributed to a deterioration in the quality of animals and a consequent decline in incomes. The development of reproductive technologies, such as artificial insemination, embryo transfer and *in vitro* fertilization, are presented as important alternatives to help improve the genetic quality more quickly and thus increase the income of the inhabitants of the Andean region. Camelid breeding and progress in the development and application of reproductive biotechnologies are discussed herein.

**Keywords:** Artificial insemination; Embryo transfer; *In vitro* fertilization; Reproductive management; South American camelids

---

**Resumen.** Los camélidos sudamericanos domésticos, alpacas y llamas, constituyen un importante componente de la actividad socioeconómica de un gran sector de la población andina de Perú y otros países andinos, siendo la producción de fibra una de las fuentes de ingreso económico para estas poblaciones. Las deficiencias en los esquemas de manejo reproductivo han contribuido a un deterioro de la calidad de los animales y con una consiguiente disminución de los ingresos de la población. El desarrollo de tecnologías reproductivas como la inseminación artificial, transferencia de embriones, fecundación *in vitro*, se presentan como importantes alternativas para contribuir a mejorar la calidad genética en un menor tiempo y por ende a mejorar los ingresos de los pobladores de las zonas andinas. Se discuten las características de crianza de los camélidos y los avances realizados en el desarrollo y aplicación de las biotecnologías reproductivas.

**Palabras clave:** Camélidos suramericanos; Fertilización *in vitro*; Inseminación artificial; Manejo reproductivo; Transferencia de embriones

#### Introducción

La importancia de los camélidos sudamericanos en el contexto de las actividades socioeconómicas de las poblaciones andinas, es reconocida en varios países sudamericanos. Representa una actividad que contribuye al sustento de dichas poblaciones y su seguridad alimentaria. El Perú posee más de tres millones de alpacas (87% de la población mundial) y la segunda población mundial de llamas; sin embargo, las deficiencias en la crianza tradicional han

contribuido a disminuir la calidad genética de los animales. Según Freyre (2006) sólo un 8% presenta una finura de 22,0 micras, aceptable por la industria. Adicionalmente, la deficiente productividad en la crianza de camélidos, está relacionada con bajos índices reproductivos, con una tasa de natalidad menor al 50% y un largo intervalo generacional (Novoa, 1999); variables que necesariamente dificultan la implementación de programas de mejora genética.

El conocimiento de la biología reproductiva de los camélidos ha contribuido al desarrollo y

---

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

aplicación de las tecnologías reproductivas pero aun en forma limitada a la técnica de inseminación artificial (IA) con semen fresco y algunos avances en sincronización y estimulación de la onda folicular, desarrollo de protocolos de estimulación ovárica y transferencia de embriones y experiencias sobre maduración y fecundación in vitro (Miragaya *et al.*, 2006; Conde *et al.*, 2007; Huanca *et al.*, 2010; 2011).

El desarrollo de las biotecnologías reproductivas en camélidos aún requiere investigaciones pero a la fecha se han realizado importantes avances. Se presenta una revisión sobre el estado actual del conocimiento, sustentado en estudios realizados en el Perú por el grupo de Investigación del Laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria-UNMSM; con el propósito de disponer de alternativas tecnológicas que puedan contribuir a la mejora genética de los camélidos domésticos, alpacas y llamas; así como la posibilidad de su potencial uso en los camélidos no domésticos.

### **Inseminación artificial**

La IA es una de las tecnologías de mayor impacto en los animales domésticos y que ha contribuido al mejoramiento genético de bovinos lecheros especialmente, al disponer de semen congelado de toros de alta calidad genética. En camélidos, si bien se ha reportado el uso de la IA, aún persisten problemas como la congelación de semen, limitando por ahora la IA con el uso de semen fresco (Huanca y Adams, 2007).

Las diferencias fisiológicas, como la característica de los camélidos de ser especies de ovulación inducida, más que una dificultad, puede ser una ventaja para la IA, por la inducción hormonal a la ovulación. Sin embargo, la dificultad para la colección de semen y el manejo del mismo debido a su naturaleza viscosa, se han convertido en los principales obstáculos para facilitar el uso de dilutores para la conservación del semen; además de la baja concentración de espermatozoides y el alto porcentaje de anormales (Fernández-Baca, 1993). Huanca y Adams (2007) revisan los diferentes métodos de colección, a los cuales se puede incorporar las técnicas de fistula uretral (Pérez G. 2006) y la colección por electroeyaculación, reportada por Giuliano *et al.* (2007).

Los resultados sobre conservación de semen no han sido totalmente satisfactorios, debido a la viscosidad del semen de alpacas y llamas (Lichtenwalner *et al.*, 1996; Bravo *et al.*, 1997). Se han hecho intentos para reducir la viscosidad mediante el uso de enzimas como la colagenasa, hialuronidasa y tripsina (Bravo *et al.*, 2000) o mediante una acción mecánica (Valdivia, 1999), con resultados variables.

Las experiencias sobre IA indican una tasa de preñez del 73% a la IA con semen fresco depositado en los cuernos uterinos, así como un 67% de preñez a la IA por laparoscopia (Bravo *et al.*, 1997), bajo condiciones experimentales. Entre las experiencias a nivel de criadores, Apaza *et al.*, (2001) obtuvieron una tasa de preñez del 51% de 207 alpacas inseminadas con semen fresco diluido con una solución de BSA + glucosa e induciendo la ovulación con un análogo de GnRH o LH y recientemente tasas de preñez entre 43% al 52% en alpacas inseminadas a nivel de comunidades en Puno.

Los reportes sobre el uso de semen congelado son muy escasos, pero observaciones de motilidad pos descongelamiento incluyen 10% (McEvoy *et al.*, 1992), 20% (Santiani *et al.*, 2005) hasta 30-40% (Bravo, 1997). A pesar de estos resultados, no hay estudios concluyentes que nos permitan señalar la factibilidad de congelar semen de camélidos.

### **Transferencia de embriones**

El primer informe sobre transferencia de embriones en camélidos fue el de Sumar y Franco (1974). Otros estudios posteriores confirman la factibilidad de la aplicación de la técnica pero con una variabilidad en la respuesta ovárica a los protocolos de estimulación, baja tasa de recuperación (0 - 2,3 embriones/donadora) y calidad de embriones recuperados (Del Campo *et al.*, 1995). Más recientemente, mediante un protocolo de estimulación hormonal al inicio de la emergencia de la onda folicular Huanca *et al.* (2006), han logrado el desarrollo de  $12.8 \pm 1.4$  folículos y  $8,1 \pm 1,0$  cuerpos lúteos en llamas y  $7,5 \pm 1,2$  folículos y  $5,9 \pm 1,3$  cuerpos lúteo en alpacas y la recuperación de  $4.8 \pm 0.9$  embriones, con una tasa de recuperación del 66,1% y una tasa de preñez del 68,9% (Huanca *et al.*, 2009). En alpacas, se recuperaron  $1,6 \pm 0,3$ , respuesta diferente de la observada en llamas, con una tasa de recuperación del 23.6% de embriones posibles, y una tasa de preñez del 30,0%. Igualmente, Taylor *et al.*, (2000) recuperaron 37 embriones de 47 hembras llamas no estimuladas (79%), de las cuales resultaron en un 41% de preñez al ser transferidas a receptores.

Huanca *et al.*, (2006) evaluaron la recuperación del tracto reproductivo de las hembras donadoras a las 3 sem posteriores al lavado uterino y obtuvieron una tasa de preñez del 40%, con un solo servicio. Esta observación permite plantear la posibilidad de realizar tratamientos de estimulación hormonal y recuperación embrionaria al inicio de la época de empadre y luego de un descanso, realizar el servicio de las donadoras y obtener tasas de preñez similares a las observadas bajo condiciones de empadre continuo.

### Fecundación *in vitro*

La fertilización *in vitro* (FIV) es una de las tecnologías de mayor desarrollo en los últimos años. La colección de ovocitos del folículo ovárico para la posterior maduración nuclear y citoplasmática, es la primera fase en el desarrollo de esta técnica (Miragaya *et al.*, 2006). En camélidos existe escasa información referida a la colección de ovocitos de ovarios de matederos y madurados *in vitro*. Los resultados desarrollados por nuestro grupo de investigación señalan que se requieren entre 38 a 42 h de maduración de ovocitos

(Huanca *et al.*, 2010), bajo las condiciones de cultivo similares a las observadas en otras especies. Igualmente, se ha evaluado el efecto de las condiciones de transporte y temperaturas de almacenamiento, observándose que los ovarios mantenidos a temperaturas de 22-25°C hasta por 24 h, presentan ovocitos de calidad similar. Las tasas de división obtenidas varían entre al 76% de los presuntos cigotos y las tasas de desarrollo hasta el estadio de blastocito del 13 al 23%, al día 8 y 9 post fecundación.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos a la fecha señalan que el desarrollo de la IA está limitado al uso de semen fresco y se requiere estudios para desarrollar protocolos orientados a obtener semen congelado, que permitan obtener una tasa de preñez similar a los obtenidos con semen fresco. En Transferencia de Embriones si bien se han establecido protocolos de super-ovulación que permiten obtener un promedio de cinco embriones viables/donadora y una tasa de preñez mayor al 40%, se plantea la alternativa de realizar colección de embriones sin estímulo

hormonal, con resultados excelentes y con un menor costo económico. De otro lado, se ha observado la recuperación de las hembras donadoras en un tiempo no mayor a los 40 d, con una tasa de preñez similar a las típicas de las condiciones de campo. Los estudios sobre FIV nos permiten sugerir lo promisorio de esta técnica y que contribuirá, conjuntamente con la transferencia de embriones, al progreso genético de los camélidos domésticos y como una primera fase para la aplicación de tecnologías reproductivas en los camélidos no domésticos.

### Literatura Citada

- Apaza, N., R. Sapana, T. Huanca y W. Huanca. 2001. Inseminación artificial en alpacas con semen fresco en comunidades campesinas. *Rev. Inv. Vet. Peru. Suppl.* 1:435-438.
- Bravo, W., J. A. Sidkmore, and X. Zhao. 2000. Reproductive aspects and storage of semen camelids. *Anim. Reprod. Sci.* 62: 173-193.
- Bravo, W., U. Flores, J. Garnica, and C. Ordoñez. 1997. Collection of semen and artificial insemination of alpacas. *Theriogenology* 47: 619-626.
- Del Campo, M. R., C. H. Del Campo, and G. P. Adams. 1995. The application of new reproductive technologies to South American camelids. *Theriogenology*, 43:21-30.
- Conde, P. A., C. Herrera, V. L. Trasorras, S. M. Giuliano, A. Director, M. H. Miragaya y M. G. Chaves *et al.* 2007. *In vitro* production of llama (*Lama glama*) embryos by IVF and ICSI with fresh semen. *Anim. Reprod. Sci.* 109:298-308.
- Fernández-Baca, S. 1993. Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Anim Reprod. Sci.* 33:307-323.
- Freyre, G. 2006. Experiencias de transformación y comercialización de la fibra de alpacas. Conferencia Internacional de Camélidos Sudamericanos. 30-31 de Marzo, Arequipa - Perú.
- Giuliano, S., A. Director, M. Gambarotta, V. Trasorras, and M. Miragaya. 2007. Collection method, season and individual variation on seminal characteristics in the llama (*Lama glama*). *Anim. Reprod. Sci.* 104:359-369.
- Huanca, W., M. Gonzalez, A. Cordero y T. Huanca. 2006. Comportamiento reproductivo de donadoras de embriones, después de un protocolo de superovulación en llamas. Resumen V Congreso Mundial de Camélidos, Catamarca - Argentina.
- Huanca, W. and G. P. Adams. 2007. Semen collection and artificial insemination in llamas and alpacas. En: R. Youngquist and W. Threlfall (Eds). *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*, 2nd Ed. Saunders. Elsevier Inc. St. Louis, MO. pp 869-873.
- 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 progesterin-releasing vaginal sponge at the time of follicular wave emergence. *Theriogenology* 72 (6):803-808.
- Huanca W., R. Condori, J. Cainzo, M. Chileno, L. A. Quintela, J. J. Becerra, and P. G. Herradon

2010. In vitro maturation and in vitro fertilization of alpaca (*Vicugna pacos*) oocytes: Effect of time of incubation on nuclear maturation and cleavage. *Reprod. Fert. Develop.* 22 (1):327.
- Huanca W., A. Cordero, H. Huamán y T. Huanca. 2011. Efecto de suplementación alimenticia sobre preñez y sobrevivencia en llamas. XXII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo-Uruguay. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 19(Supl. 1) (Abstract).
- Lichtenwalner, A. B., G. L. Woods, and J. A. Weber. 1996. Ejaculatory patterns of llama during copulation. *Theriogenology* 46: 285-291.
- McEvoy, T. G., C. E. Kyle, and D. Slater. 1992. Collection, evaluation and cryopreservation of llama semen. *J. Reprod. Fert.* 9:48 (Abstract).
- Miragaya, M., M. G. Chavez, and A. Agüero. 2006. Reproductive biotechnology in South American camelids. *Small Rum. Res.* 61: 299-310.
- Pérez, M. G., E. Apaza y H. Deza. 2006. Congelación de los espermatozoides procedentes de los conductos deferentes de camélidos. *Allpaqa, Revista de Investigación del IIPC, Puno, Perú*, 11(1):17-23.
- Novoa C., E. Franco, W. García y D. Pezo. 1999. Dosis de gonadotropinas (eCG y hCG), superovulación y obtención de embriones en alpacas. *RIVEP. Perú* 10 (1):48-53.
- Santiani, A., W. Huanca, R. Sapaná, T. Huanca, N. Sepulveda, and R. Sánchez. 2005. Effects of the quality of frozen-thawed alpaca (*Lama paco*) semen using two different cryoprotectants and extenders. *Asian J. Androl.* 7(3): 303-309.
- Sumar, J. y E. Franco. 1974. Ensayos de Transferencia de Embriones en Camélidos Sudamericanos. IN: Informe Final (IVITA) UNMSM Lima, Perú.
- Taylor, S., P. J. Taylor, A. N. James, and R. Godke. 2000. Successful commercial embryo transfer in the Llama (*Lama glama*). *Theriogenology.* 53, 1, 344.
- Valdivia, M., M. Ruiz, L. Bermúdez, S. Quinteros, A. Gonzales, Manosalva, C. Ponce, J. Olazábal y R. Dávalos. 1999. Criopreservación de semen de alpacas. Resumen. II Congreso Mundial sobre Camelidos, Cusco, Peru 81 Abstract.