

# Transferencia de embriones en un plan de mejoramiento genético en camélidos sudamericanos: *Usos y aplicaciones prácticas*

Joel Ivan Pacheco

Estación Marangani del Instituto Veterinario de Investigaciones  
Tropicales y de Altura (IVITA, Perú)  
Facultad de Medicina Veterinaria-Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú)

*E-mail de contacto:* [jpachecoc@unmsm.edu.pe](mailto:jpachecoc@unmsm.edu.pe)

---

**Resumen.** La transferencia embrionaria es una biotecnología reproductiva ampliamente conocida y utilizada en varias especies domésticas, sin embargo, su uso es aún incipiente en camélidos sudamericanos. Últimas publicaciones están orientadas en modificar el protocolo de producción de embriones, super ovulación, colecta y transferencia embrionaria para hacerlas más accesibles de realizar en condiciones de campo, ya existen experiencias exitosas del uso de la transferencia de embriones en granjas comerciales en el Perú. En esta presentación se trató de resumir la experiencia en la investigación y aplicación de la transferencia de embriones durante más de 8 años en la Región Cusco, zona Sur andina del Perú.

**Palabras clave:** Embrión; Transferencia embrionaria; Llamas; Alpacas

---

## Introducción

La crianza de camélidos sudamericanos es una actividad importante para el poblador alto andino, tanto por los productos que de ellos se obtienen, tales como fibra y carne, y también porque estas especies han evolucionado se han y adaptado a condiciones medioambientales extremas, como a vivir en altitudes entre 4000 y 5000 msnm, en un ecosistema donde sólo prosperan pasturas de pobre calidad nutritiva y bajo condiciones climáticas muy adversas, es por ello que mantienen una gran población en nuestra zona alto andina, situando al Perú como el primer productor de alpacas a nivel mundial, con una población que bordea los 4 millones, y el segundo productor en llamas, además de poseer la población más grande de vicuñas en todo el orbe.

El estudio de los camélidos es relativamente reciente si se compara con el tiempo de estudio que poseen otras especies de granja; hace aproximadamente 65 años atrás se iniciaron las actividades de investigación y se produjo la mayor cantidad de investigaciones orientadas a dilucidar los diferentes aspectos fisiológicos de esta especie, cobrando especial relevancia los estudios referidos a la sanidad, nutrición y reproducción, siendo esta última particularmente atractiva puesto que estas especies presentan características reproductivas *sui generis*, diferente a la fisiología reproductiva de los rumiantes, equinos y porcinos; estas características reproductivas incluyen principalmente la ovulación inducida, la cual ocurre solo después de un estímulo, la cópula del macho, el tiempo de gestación es prolongado, necesitando un promedio de 345 días, la cópula es intra

cornual profunda y dura un promedio de 35 minutos, además, hace unos años se ha descubierto en el plasma seminal una proteína necesaria para la ovulación, lo cual indica que los cambios anatómicos y fisiológicos que presenta esta especie son adecuaciones evolutivas para que suceda este proceso, puesto que esta proteína (llamada NGF- $\beta$  o *factor de crecimiento neural  $\beta$* ) es producida en las glándulas accesorias del macho, principalmente en la próstata, la cual es depositada dentro el útero durante la cópula y eyaculación. Esta molécula necesita atravesar al torrente sanguíneo y así ser transportada hacia el hipotálamo de la hembra donde inicia el proceso de liberación de GnRH, la cual a su vez libera LH necesaria para la ovulación; para que todo esto se produzca es necesario que el pene ingrese hasta el útero y gracias a una estructura cartilaginosa del glande, causa inflamación del endometrio, permitiendo un incremento de la permeabilidad y así ésta proteína pueda alcanzar al torrente sanguíneo; existe sangrado en el útero por lo que el semen termina mezclándose con estos fluidos sanguíneos e inflamatorios, lo cual en otras especies causaría mortalidad espermática y daño de membrana, sin embargo el semen de los camélidos presenta una alta viscosidad que protege y aísla a los espermatozoides de este ambiente adverso, puesto que el plasma seminal mantiene la viabilidad de la baja concentración de espermatozoides que eyaculan estas especies, conservando su capacidad fecundante hasta casi 38 horas después de la eyaculación, cuando ocurre la fecundación.

Otra característica de importancia es la mayor rapidez en el desarrollo embrionario temprano, lo cual fue recién descrito en el año 2013 por Picha y Sumar, donde se puede apreciar que los embriones de camélidos sudamericanos ingresan hacia

el útero en estadio de blastocito eclosionado, o sea, libre de la zona pelúcida, siendo por lo tanto, un embrión más frágil y de mayor tamaño, habiéndose descrito embriones de hasta 800  $\mu\text{m}$  de diámetro al día 8 post cópula; estos embriones no se parecen a otros embriones de especies de granja al momento de la colecta, por lo cual la evaluación de su calidad también es disímil, al momento solo existe una clasificación de la calidad en embriones de dromedario, hecho por el Dr. Ahmed Tibary de la Universidad de Washington; en base a esta única descripción se hizo una calificación en embriones de llama por la Dra. Virginia Trasorras de la UBA Argentina, al momento no existe la descripción de embriones de camélidos sudamericanos en el manual de la IETS (*Sociedad Internacional de Tecnología de Embriones*, por sus siglas en inglés), por lo cual, los artículos científicos indican calidades como: grado 1, 2, 3 y 4 o a, b, c y d, e incluso malo, regular, bueno y excelente, lo cual puede variar de acuerdo al evaluador; urge por lo tanto unificar estos criterios de calificación de la calidad embrionaria en camélidos sudamericanos.

Uno de los aspectos más estudiados y que lamentablemente tuvo resultados muy variables, fue la super ovulación, puesto que se estuvo considerando el modelo de protocolo usado en bovinos, con adecuaciones y modificaciones para la especie, estos estudios siguen realizándose hasta la fecha, porque el tratamiento hormonal prolongado puede causar alteraciones reproductivas en las hembras donadoras, y éstas son en teoría, las mejores hembras del rebaño, lo cual podría ser en cierta medida perjudicial para el productor, además de ser protocolos costosos, en función al tipo de hormona super ovulatoria que se utilice, al momento existen protocolos utilizando FSH y eCG, ade-

más, en la búsqueda de producir embriones de manera más eficiente y de bajo costo, se diseñó la técnica de ovulación simple, la cual consiste en obtener el único embrión producido después de una monta natural, sin el uso de ningún tipo de hormona en la hembra donadora, la cual puede ser lavada cada 15 días, en teoría podría producir dos embriones por mes, la ventaja de esta técnica es el bajo costo y la mejor calidad del embrión colectado, sin embargo requiere de una mayor cantidad de repeticiones para obtener más embriones por campaña de cada hembra donadora.

Está comprobado que esta técnica es una poderosa herramienta para realizar un plan de mejoramiento genético, y es ampliamente usada en otras especies de granja, pero en camélidos además podría servir para recuperar y mantener poblaciones que estén en peligro como las alpacas de color; esta técnica permite que una hembra (que posea las características que se desea reproducir) pueda tener muchas crías en una misma campaña reproductiva.

En los últimos 15 años esta técnica ha pasado de la investigación a la práctica, por ejemplo en Australia se ha desarrollado a gran escala, produciendo más de 2000 crías de alpaca mediante esta técnica, tal como lo indica la Dra. Jane Vaughan, lo cual pudo ser realizado gracias al apoyo gubernamental que financió la implementación de esta tecnología en los sistemas de manejo de alpacas de ese país.

Las investigaciones desarrolladas en La Estación IVITA Maranganí-UNMSM en estos últimos años, abarcan la comparación en la tasa de colección, calidad embrionaria, fertilidad y natalidad entre embriones de ovulación simple y super

ovulación; uso de receptoras inter especie, es decir, transferir embriones de alpaca en receptoras llamas y viceversa; transferencias embrionarias fuera de época reproductiva, considerando que esta técnica puede utilizarse en rebaños de élite, en excelentes condiciones de manejo, condición corporal y disponibilidad de alimento; la reducción de problemas ováricos posteriores al tratamiento hormonal, realización de la transferencia embrionaria en condiciones de campo, entre otros. El porcentaje de gestaciones con esta técnica fluctúa entre 52% a 72%.

La crianza de camélidos sudamericanos es una actividad de gran importancia para los pobladores alto andinos; en los últimos años, la crianza de llamas ha cambiado su orientación a una crianza para la producción de carne, por lo cual el mejoramiento genético debería ser orientado a lograr mejores estándares en el peso vivo, talla, crecimiento y producción cárnica.

A la fecha no existe un plan nacional de mejoramiento genético en llamas de carne, por lo cual cada productor realiza mejoramiento de sus animales mediante cruzamiento, generalmente utilizando la técnica de empadre controlado, sin embargo, la ganancia genética es muy lenta.

Las llamas pueden tener solo una cría al año, iniciando su actividad reproductiva entre los 2 y 3 años, la edad reproductiva límite es de 10 años, por cuanto la esperanza reproductiva de cada hembra es tener 8 crías en toda su vida reproductiva, lo cual rara vez se alcanza.

Las biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos vienen siendo investigadas muy activamente, y a pesar de los resultados satisfactorios, aún no se incluyen en los planes de mejoramiento genético, en este sentido, se considera en

este resumen los resultados de varias investigaciones, como producción de embriones por super ovulación y ovulación simple, transferencia inter especie, transferencia fuera de época reproductiva y una experiencia de transferencia embrionaria en una granja comercial de llamas, obtenidos por super ovulación como parte de un plan de mejoramiento genético.

## Materiales y métodos

Se realizaron los siguientes pasos secuenciales:

1. Producción de embriones de ovulación simple: se utilizaron 30 llamas hembra, se realizó la colecta de los embriones a los 7 días post cópula. Producción de embriones por super ovulación: se utilizaron 15 llamas hembra, se super ovularon con 500 UI de eCG, se recuperaron los embriones el día 8 post cópula.
2. Para la transferencia inter especie, se utilizaron 12 alpacas donadoras y 10 llamas hembras como receptoras, se colectaron los embriones de ovulación simple el día 7 post cópula.
3. Se realizó la colecta de embriones de ovulación simple durante el mes de septiembre, en 10 alpacas y 10 llamas, con intervalo de 15 días por colección, se utilizaron 20 alpacas y 20 llamas como receptoras inter especie.
4. Fueron utilizados 6 machos y 6 hembras, las sesiones de super ovulación y transferencia de embriones se realizaron en mayo (n=6) y octubre (n=4), 2 de las hembras super ovuladas en mayo, se encontraron preñadas para octubre. Se realizó la super ovulación utilizando 650 UI de gonadotropina coriónica

equina (eCG) y la recuperación se realizó el día 8 post monta; las hembras tuvieron un peso vivo promedio de 140 kg.

## Resultados y discusión

Concretamente se puede señalar los resultados más relevantes:

1. En el grupo de ovulación simple, se realizaron 83 lavados uterinos, colectándose 44 embriones, haciendo un total de 53% de colecta. La fertilidad alcanzada fue de 56.4%. En el grupo de super ovulación, se realizaron 26 lavados, colectándose 63 embriones, haciendo un total de 242.3% de tasa de colección, al a transferencia se obtuvo un 56% de fertilidad.
2. Para la transferencia inter especie, se colectaron 8 embriones de ovulación simple, siendo transferidos a llamas receptoras, alcanzando un 58% de fertilidad.
3. Durante la época no reproductiva, se colectaron 12 embriones de llama de 10 llamas lavadas cada 15 días, la fertilidad final fue de 25% en receptora alpaca, mientras que se obtuvieron solo 2 embriones de alpaca de 8 donadoras, se transfirieron a llamas receptoras resultando en una gestación (50%).
4. Se realizaron un total de 10 lavados uterinos, se obtuvieron 25 embriones en total, de los cuales se transfirieron 22, obteniéndose 16 crías al nacimiento, la tasa de natalidad del 72%. La super ovulación permitió obtener 2.5 embriones en promedio, similar a lo reportado por Palomino *et al.* (2018) en alpacas, sin embargo individualizando los resultados se pudo ver que de las 6 hembras utilizadas, la hembra 1 produjo 6 embriones y 6 crías, la hembra 2 produjo 9 embriones y 4 crías, la hembra 3 produjo 5

embriones y 3 crías, la hembra 4 produjo 3 embriones y 1 cría, las hembras 5 y 6 dieron un embrión y una cría, respectivamente, se puede ver que esta biotecnología sí permitió tener varias crías al año, como las hembras 1, 2 y 3 que tuvieron 6, 4 y 3 crías, respectivamente.

## Conclusiones

- Luego de la evaluación de los resultados presentados y realizados directamente en campo, se puede concluir que la técnica de producción de super ovulación tiene la misma eficiencia que la ovulación simple, siendo la fertilidad obtenida similar cuando se transfieren embriones frescos.
- La transferencia inter especie tanto en época reproductiva como en época no reproductiva, permitió evidenciar el mayor potencial reproductivo de la llama frente a la alpaca, teniendo mejores resultados en esta especie, mientras que la alpaca no responde bien fuera de época, sin embargo los resultados fueron alentadores, mejorando evidentemente cuando se realizan en rebaños comerciales, donde las condiciones de manejo son mejores y los animales muestran una docilidad evidente, siendo este aspecto fundamental para la obtención de resultados óptimos.
- Los resultados permiten recomendar la técnica de super ovulación y transferencia de embriones frescos en llamas, dentro de un programa de mejoramiento genético que busque multiplicar a las hembras sobresalientes de un rebaño comercial.

## Referencias citadas

- Calderón D. Criterios de selección en llamas (*Lama glama*) K'ara del sexo macho en la región Pasco. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. 70 p.
- Mamani-Cato R., Gonzales M., Condori-Rojas N., Huacani-Pacori M., Checalla, V. 2021. Manglar. 18(4): 403 - 409 p.
- Pacheco J., Vélez V., Angulo-Tisoc J., García W. 2021. Transferencia embrionaria de llamas superovuladas y de ovulación simple en dos épocas del año y bajo condiciones de campo. Rev. Inv. Vet. Per. 32(1). *En línea*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19511>
- Pacheco J., Tollig S., von Walter A., Pezo D., Vélez V. 2015. Colección repetida de embriones y transferencia interespecie entre alpacas y llamas durante época no reproductiva. Spermova 5(1); 6-9.
- Pacheco J., Vélez V., Pezo D. 2016. Evaluación de la eficiencia de la transferencia de embriones interespecie entre alpacas y llamas obtenidas por ovulación simple. Rev. Inv. Vet. Peru. 27(1): 64-69.
- Pacheco J., Vélez V., García W. 2019. Evaluación de un protocolo modificado de superovulación en llamas: buscando disminuir los problemas post superovulación. **En:** Resúmenes del 13° Simposio Internacional de Reproducción Animal – IRAC, Córdoba, Argentina.
- Palomino J., Jones L., Vanhanem T. Mastromonaco G., Busato R., Adams G. 2018. Alpaca embryo transfer on a private Canadian farm. Can. Vet. J. 59(6): 631-634.
- Rodríguez A., Gutiérrez G., Wutzinger M. 2021. Caracterización de la crianza de llamas (*Lama glama*) en la región Pasco, Perú. Rev. Inv. Vet. Per. 32(3). *En línea*. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18030>