

Efecto de cópulas posovulación sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*)

Effects of postovulatory copulation among alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) on the embryonic survival rate

Carla Fabiola Ramos Rivas¹, Jesús Martín Urviola Sánchez^{2*}, Francisco Halley Rodríguez Huanca³ y Víctor Raúl Leyva Vallejos⁴

Abstract

The study was carried out at the La Raya Experimental Center of the National University of the Altiplano of Puno at an altitude of 4200m, with the aim of evaluating the effect of additional post-ovulation copulations on embryonic survival. Huacaya alpacas were used with postpartum sexual rest greater than 20 days, with a preovulatory follicle greater than 7 mm, verified by ultrasound. For the controlled mating, 5 males from the breeding group were used. After breeding, 26 to 35 hours post-mating, ovulation was verified, selecting 47 alpacas that ovulated, and distributed to the experimental groups: G1 (n = 16) with no additional mating, G2 (n = 15) received an additional mating 24 hours post-ovulation, and G3 (n = 16) two additional mating 48 hours post-ovulation. On days 14 and 24 after copulation, the presence of the corpus luteum and embryonic vesicle was verified by ultrasound and receptivity of the female to the male. Results show a higher percentage of embryo survival trend in alpacas that received additional mating at 24 and 48 h post-ovulation than those that received only one ovulatory mating, showing at 14 days post-copulation an embryonic survival of 93,3% and 87,5%, in G2 and G3 respectively, compared to G1 with 75%, and at 24 days post-copulation 86,7% and 87,5% in G2 and G3 respectively, compared to G1 (62,5%). Although no significant differences were observed between groups (P>0,05), the difference is observed in the simple correspondence analysis between groups.

Keywords: alpaca, additional mating, ovulation, embryonic survival.

Resumen

El estudio se realizó en el Centro Experimental La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a una altitud de 4200 m. con el objetivo de evaluar el efecto de cópulas adicionales posovulación sobre la sobrevivencia embrionaria. Se utilizaron alpacas Huacaya con descanso sexual posparto mayor a 20 días, con folículo preovulatorio mayor a 7 mm, verificado por ecografía. Para el empadre controlado se utilizó 5 machos reproductores. Luego del empadre, 26 a 35 horas posmonta se verificó la ovulación, seleccionándose 47 alpacas que ovularon y distribuyéndose a los grupos experimentales: G1 (n=16) sin cópula adicional, G2 (n=15) recibió una cópula adicional a las 24 horas posovulación, y G3 (n=16) dos cópulas adicionales a las 48 horas posovulación. Los días 14 y 24 poscópula se verificó, mediante ecografía y receptividad de la hembra frente al macho, la presencia del cuerpo lúteo y vesícula embrionaria. Los resultados muestran una tendencia de sobrevivencia embrionaria porcentual mayor en alpacas que recibieron cópulas adicionales a las 24 y 48 h posovulación, que aquellas que recibieron solo una cópula ovulatoria, mostrando a los 14 días poscópula una sobrevivencia embrionaria de 93,3% y 87,5%, en G2 y G3 respectivamente, frente a G1 con 75%, y a los 24 días poscópula 86,7% y 87,5% en G2 y G3 respectivamente, frente al G1 (62,5%). Si bien no se observan diferencias significativas entre grupos (P > 0,05), la diferencia es observada el análisis de correspondencia simple entre grupos.

Palabras clave: alpaca, cópula adicional, ovulación, sobrevivencia embrionaria.

Recibido: 09/07/2020

Aceptado: 08/09/2020

Publicado: 01/10/2020

Sección: Artículo original

*Autor correspondiente: jema961@hotmail.com; jurviola@unap.edu.pe

Introducción

En el contexto de la ganadería peruana, una actividad de gran importancia social es la crianza de camélidos sudamericanos, por su adaptación y productividad sobre los 4 000 m.s.n.m. El Perú posee alrededor de 3 millones de alpacas, un millón de llamas y alrededor de 125 mil vicuñas; la mayoría se encuentra en regiones de la sierra sur, particularmente en Cusco y Puno (CENAGRO, 2012). De esta ganadería dependen 2,9 millones de habitantes que representa el 12% de la población nacional (Moya y Torres, 2008).

¹Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú.

²Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú / Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8052-6824>.

³Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3967-0410>.

⁴Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9469-6755>.

Cómo citar: Ramos Rivas, C.F., Urviola Sánchez, J.M., Rodríguez Halley, F.H. y Leyva Vallejos, V.R. (2020). Efecto de cópulas posovulación sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 323–328. DOI: [10.18271/ria.2020.194](https://doi.org/10.18271/ria.2020.194).



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

Una de las principales limitantes en la crianza de alpacas es la baja eficiencia reproductiva, considerándose dentro de ella a la mortalidad embrionaria como uno de los factores de importancia y que puede llegar hasta un 50% al mes de gestación (Fernández-Baca *et al.*, 1970).

En el empadre a campo, se observan diferencias entre alpacas en el número de copulas durante tres días consecutivos (Novoa, 1970); sin embargo, se desconoce si hubo diferencias en la tasa de gestación y natalidad entre alpacas que recibieron diferentes números de copulas.

En alpacas, el celo es aparentemente continuo y la cópula induce la ovulación (Novoa y Leyva, 1996), mediado por el factor de crecimiento neurotrópico del plasma seminal β -NGF (Adams *et al.*, 2005), en la producción del pico preovulatorio de LH, sin embargo, este proceso de cópula, también ocurre después de la ovulación incluso durante la fertilización, por la receptividad de la hembra hasta el día 4 poscópula (Leyva y García, 1999a). En un estudio con cópulas adicionales los días 3 y 4 posovulación, se reportó una tasa de sobrevivencia embrionaria de 85% respecto a un 75% sin cópulas adicionales (Aparicio *et al.*, 2003). Como estos sucesos son fisiológicos, se asume que deben tener un rol en regular el transporte de los gametos para la fecundación, para la fertilización en el oviducto y el acondicionamiento del ambiente uterino para la viabilidad embrionaria. Estas son características sexuales poco estudiadas en relación a la tasa de sobrevivencia embrionaria y estas informaciones permitirían entender el efecto poscópula en la fisiología reproductiva y su posible aplicación en el manejo reproductivo de las alpacas. Por lo que el objetivo del presente estudio fue: Determinar el efecto de una cópula versus dos copulas adicionales a las 24 h y 48 h, después de la ovulación sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó durante los meses de enero a abril correspondiendo a los meses de encaste, en el Centro Experimental La Raya de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar, región de Puno; a una altitud entre 4 136 a 5 470 m; localizado entre las coordenadas 14°30'33" de latitud Sur, y 20°57'33" de longitud oeste. La temperatura anual promedio fue de 6,20°C; con una máxima de 14,16°C y mínima de -1,75°C y una precipitación pluvial de 525,7 mm (SENAMHI, 2016).

Fueron seleccionadas 47 alpacas hembras Huacaya de un rebaño en base al celo y ovulación, de 5 a 8 años de edad, con descanso sexual posparto mayor o igual a 20 días y para el servicio machos de 5 años de edad pertenecientes al núcleo de reproductores de la estación experimental y por ello con capacidad reproductiva comprobada a través de su historia en campañas anteriores de empadre. Todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones de manejo.

Canchas de pastoreo: se utilizó potreros destinados a la parición divididos en dos áreas, una para las madres aún gestantes y madres con crías hasta 10 días de nacidas (cancha de parición) y la otra para madres con crías mayores a 10 días (tantaje). Se acondicionó otra cancha

o potrero destinado para los machos.

Boxes o cubiles para el empadre controlado: se utilizaron paneles metálicos, armando 8 boxes de 6 x 3m cada uno y un pasaje para la circulación y movimiento de los animales durante el empadre.

Brete para ecografía: para realizar las ecografías en las instalaciones del galpón de esquila se adecuó un brete para realizar la observación ecográfica seguida por el pesaje de los animales.

Todas las instalaciones estuvieron cercanas al caserío del Centro experimental.

En el empadre controlado, para facilitar la identificación de los animales, se utilizó pintura de varios colores, libreta de campo, cronómetro, sogas, numeradores metálicos (marcadores).

Para la ecografía transrectal se utilizó un ecógrafo, con transductor lineal de 5MHz (Marca: MADISON, USA), gel para ecografía, guantes obstétricos o de palpación rectal, guantes de exploración, papel toalla.

Para la evaluación seminal (poscópula), se utilizó un microscopio óptico (LEICA DM 2000, USA), platina y regulador de temperatura (marca, LT), micropipeta de 10 a 100 μ l (BOECO), láminas portaobjetos y láminas cubreobjetos, y un proctoscopio adaptado como Espéculo vaginal.

Todas las hembras seleccionadas tuvieron un periodo posparto igual o mayor a 20 días de parición, y comportamiento de celo detectado por confrontación con el macho (Fernández-Baca, 2005). Y la presencia en los ovarios de un folículo preovulatorio igual o mayor a 7mm de diámetro.

Todas estas hembras fueron trasladadas a los boxes para el empadre controlado. Durante el proceso de empadre se verificó que la cópula fuera efectiva considerándose un tiempo mínimo de 15 minutos. Entre las 26 a 35 horas posmonta se verificó la ovulación mediante ecografía transrectal de los ovarios por la desaparición del folículo preovulatorio observado previamente.

Los cinco machos utilizados para el empadre controlado, fueron evaluados semanas previas al inicio de esta actividad, a través del examen clínico de los órganos genitales, el comportamiento sexual y evaluación seminal poscópula.

Después de verificada la ovulación, 47 alpacas hembras fueron seleccionadas y distribuidas al azar en 3 grupos experimentales, según el siguiente diseño experimental.

G1: Cópula ovulatoria (control), (n=16).

G2: Cópula ovulatoria + una cópula adicional a las 24 horas posovulación (n=15).

G3: Cópula ovulatoria + dos cópulas adicionales a las 48 horas posovulación (n=16).

Cada grupo recibió equitativamente el servicio de los 5 machos, y cada servicio o cópula efectiva tuvo una duración promedio de 20 minutos, con un mínimo de 15 minutos.

A través de la observación mediante ecografía transrectal de los ovarios y los cuernos uterinos en los días 14 y 24 posencaste se detectó la presencia del cuerpo lúteo y del embrión (preñez temprana), para evaluar y determinar la sobrevivencia embrionaria (Olivera *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2017).

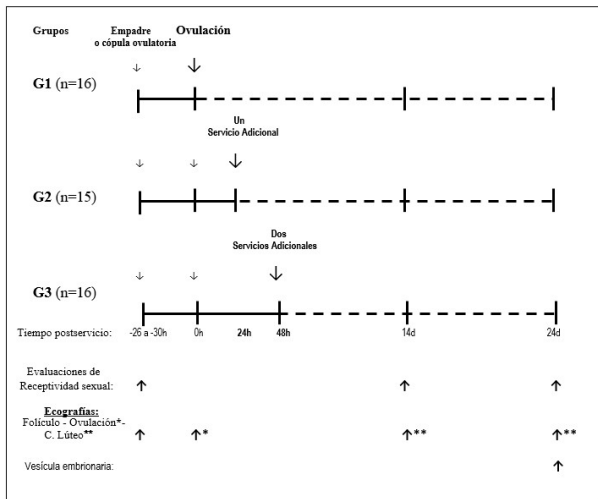


Figura 1. Diseño Experimental del procedimiento.

La Evaluación seminal se realizó en el semen obtenido por aspiración vaginal poscópula (Bravo *et al.*, 2000), considerándose solamente la presencia de espermatozoides y una motilidad mínima (60%).

La tasa de receptividad sexual, presencia de cuerpo lúteo y sobrevivencia embrionaria o preñez temprana entre los grupos experimentales fue analizada mediante la prueba estadística de Chi – cuadrado. Adicionalmente, para observar la asociación entre grupos experimentales con receptividad sexual, presencia de cuerpo lúteo y tasa de sobrevivencia embrionaria o preñez temprana se utilizó el Análisis de Correspondencia Simple, cuyo objetivo es representar gráficamente la estructura de relaciones de variables cualitativas mediante mapas de posicionamiento y corroborar dependencia entre ellas.

Resultados

Receptividad, presencia de cuerpo lúteo (CL) y tasa de sobrevivencia embrionaria a los 14 días posencaste

En la Tabla 1 se muestran los resultados del comportamiento sexual y presencia de CL a los 14 días posmonta, notándose una marcada asociación entre la no receptividad de las hembras al macho y la presencia de CL.

Receptividad y presencia de CL en alpacas a los 14 días posmonta de los grupos control (G1), 1 servicio adicional a las 24 horas (G2) y 2 servicios adicionales a las 48 horas (G3) posovulación.

G. experiment.	N. animales	Recep. (rechazo)		P. Cuerpo Lúteo	
		n	%	n	%
Grupo 1 (G1):	16	12	75,0	12	75,0
Grupo 2 (G2):	15	14	93,3	14	93,3
Grupo 3 (G3):	16	14	87,5	14	87,5
TOTAL	47	40	85,1	40	85,1

Tabla 1. Receptividad y presencia de CL en alpacas a los 14 días posmonta de los grupos control (G1), 1 servicio adicional a las 24 horas (G2) y 2 servicios adicionales a las 48 horas (G3) posovulación.

$$\chi^2_c = 2,163 \quad X^2_t (2 \text{ gl}; \alpha 0,05) = 5,991$$

Hubo un mayor% de no receptividad al macho con presencia de cuerpo lúteo en los grupos G2 (93,3%) y G3 (87,5%) que en G1 control (75,0%) (Fig. 2), no obstante,

estas diferencias no fueron significativas ($P>0,05$); sin embargo, el análisis de correspondencia simple muestra acercamiento entre los grupos que recibieron cópulas adicionales (G2 y G3) con el rechazo al macho y presencia de cuerpo lúteo, mientras que ambos se apartan marcadamente del grupo sin cópulas adicionales (G1) control.

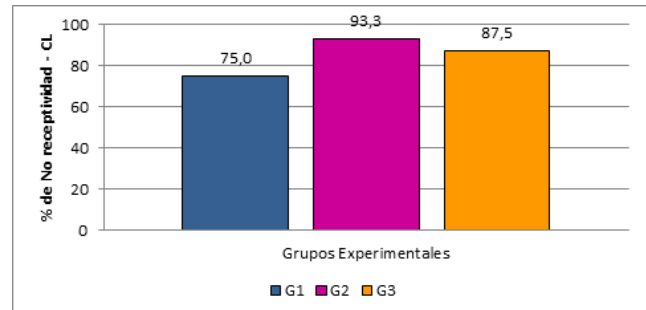


Figura 2. Porcentaje de no receptividad y presencia de CL a los 14 días poscópula en alpacas control (G1) y que recibieron cópulas adicionales a las 24 horas (G2) y 48 horas (G3) posovulación.

Receptividad, presencia de cuerpo lúteo y tasa de sobrevivencia embrionaria a los 24 días poscópula.

La Tabla 2 muestra los resultados del comportamiento sexual y presencia de cuerpo lúteo a los 24 días poscópula, reafirmando la asociación entre la no receptividad de las hembras al macho y la presencia de cuerpo lúteo, verificado para este momento con la presencia de la vesícula embrionaria, también mediante la ecografía transrectal.

El mayor porcentaje de Sobrevivencia embrionaria a los 24 días posencaste, evaluado mediante la no receptividad de la hembra al macho y corroborado por la presencia de cuerpo lúteo se da en el G3 con 87,5%, seguido del grupo G2 con 86,7%, frente al grupo control G1 con 62,5% (Fig.3). A pesar de la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos ($p>0,05$), también en este momento se observa una tendencia porcentual mayor de sobrevivencia embrionaria (Tabla 2 y Fig.3) en alpacas que recibieron montas adicionales a las 24 y 48 horas posovulación, lo que estaría siendo demostrado por el análisis de correspondencia simple, en cuyas gráficas, se muestra un mayor acercamiento entre los grupos que recibieron cópulas adicionales (G2 y G3) con el rechazo al macho, presencia de cuerpo lúteo y preñez, y a su vez ambos grupos se alejan del grupo control.

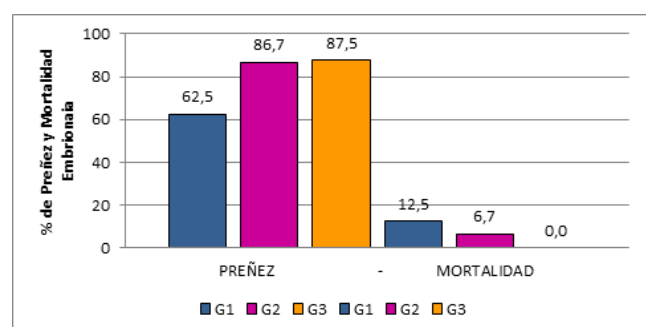


Figura 3. Porcentaje de Preñez y ME de alpacas a los 24 días poscópula, que no recibieron (G1) y que recibieron cópulas adicionales a las 24 horas (G2) y 48 horas (G3) posovulación.

Grupos	Número de animales	Receptividad (rechazan) CL		Preñez temprana* (Sobrevivencia embrionaria)		Mortalidad embrionaria**	
		n	%	n	%	n	%
Grupo 1 (G1):	16	10	62,5	10	62,5	2	12,5
Grupo 2 (G2):	15	13	86,7	13	86,7	1	6,7
Grupo 3 (G3):	16	14	87,5	14	87,5	0	0,0
TOTAL	47	37	85,1	37	85,1	3	19,2

Tabla 2. Receptividad-CL, preñez temprana y mortalidad embrionaria en alpacas, a los 24 días poscópula de los grupos control (G1), 1 servicio adicional a las 24 horas (G2) y 2 servicios adicionales a las 48 horas (G3) posovulación.

* Con presencia de vesícula embrionaria. $X^2c = 3,815$ $X^2t (2 \text{ gl}; 0,05) = 5,991$

** Determinado en base a la evaluación de los 14D y 24D.

Por otro lado, se puede observar en la Figura 3, que a los 24 días posmonta en los grupos G1 y G2, se ha presentado mortalidad embrionaria en un 12,5 % y 6,7 % respectivamente, y no así en G3 (0%), respecto a la evaluación realizada a los 14 días posmonta.

Discusión

Receptividad, presencia de cuerpo lúteo y tasa de sobrevivencia embrionaria a los 14 poscópula

La ovulación en alpacas está mediada por la acción del factor neurotrópico del plasma seminal del macho (Adams *et al.*, 2005) que estimula la producción del pico preovulatorio de LH. Algunos investigadores describieron también que existen interneuronas en el hipotálamo que median la ovulación inducida por el factor inductor de la ovulación-FIO (Carrasco *et al.*, 2018; El-Allali *et al.*, 2017). Además, en otras especies se describió también que es posible un efecto del β -NGF sobre la maduración de los ovocitos, en el proceso de fertilización (Crispo *et al.*, 2016), y principalmente tener un efecto luteotrópico temprano (Carrasco *et al.*, 2016).

Los resultados que mostramos tienen concordancia con los resultados de (Aparicio *et al.*, 2003), donde los grupos de hembras que recibieron copulas adicionales solo en los días 3 y 4 posovulación tuvieron una sobrevivencia embrionaria de 87 % y 92 % respectivamente. Aparentemente ambos reportes muestran que no existe mayor diferencia en los días D1, D2, D3 y D4; lo cual podría ser diferente a lo que ocurre en el empadre a campo, donde la hembra alpaca recibe varias cópulas posovulación en un mismo día hasta el D4 (Fernández-Baca y Novoa, 1968), el cual podría tener un efecto acumulativo en la sobrevivencia embrionaria.

Leyva y García (1999a; 1999b), encontraron que el celo posovulación desaparece con la aplicación de progesterona (P4) sugiriendo que este celo ocurre porque el cuerpo lúteo en reciente organización no libera niveles apropiados de P4 para ejercer su efecto inhibitorio; e indirectamente asume la necesidad del efecto de la LH, en la secreción de la P4 por el cuerpo lúteo para alcanzar el nivel que ejerce el efecto inhibitorio el cual ocurre fisiológicamente en la mayoría de los casos en el cuarto día posovulación (Aparicio *et al.*, 2003). Reportes indican que; - existe un incremento en los niveles basales de LH después de cópulas posovulatoria (Aba *et al.*, 1995) y - que la aplicación de LH en los días D1 y D3,5 posovulación redujeron en un porcentaje razonable el celo posovulatorio entre los días D2 y D4 (Fernández, 2013). Estas informaciones indicarían que, en el empadre a campo, el efecto acumulativo de las cópulas continuas (por ende, el β -NGF), deben estar relacionadas con la

mantención de un elevado nivel basal de LH, para que el cuerpo lúteo se establezca produciendo el nivel apropiado de progesterona para inhibir el celo y continuar con la función de mantención de la gestación; en caso contrario los niveles crecientes de E2 indirectamente mediarían la secreción de PGF2 α , afectando la viabilidad del Cuerpo lúteo (Leyva y García, 2000), ocasionando una muerte embrionaria temprana, puesto que la sobrevivencia del embrión en este periodo, depende principalmente de la eficiencia con la que se establece el reconocimiento materno de la preñez (Mor *et al.*, 2015). Lo anterior está mediado por el útero, que por la estructura y organización de la matriz extracelular y mecanismos de adhesión celular afecta en la sobrevivencia del embrión durante el período de implantación después de la preñez (Moraes *et al.*, 2018). Algunos investigadores demostraron que algunas razas de animales presentan mayores niveles sanguíneos de Progesterona en los días 6 y 12 posovulación lo que podría favorecer el ambiente uterino y por consiguiente disminución de las pérdidas embrionarias tempranas (Ayala *et al.*, 2017). Estos análisis sugieren un posible efecto fisiológico de las cópulas posovulación en la sobrevivencia embrionaria.

Receptividad, presencia de cuerpo lúteo y tasa de sobrevivencia embrionaria a los 24 días posencaste

Aparicio *et al.* (2003) para grupos de hembras que recibieron copulas adicionales los días 3 y 4 posovulación, reportaron la presencia de cuerpo lúteo los días 19 y 20 poscópula como indicador de sobrevivencia embrionaria en un 80 % y 85 % respectivamente, (equivalente a 72 y 96 horas posovulación), siendo en nuestro caso de 86,7 % y 87,5 % para cópulas adicionales a las 24 y 48 horas, si bien es cierto que se ven ligeras diferencias, podríamos deducir que las cópulas adicionales en ambos estudios (debido al FIO que estimula la secreción de LH) mejoran la sobrevivencia embrionaria, que para este momento de evaluación (24 días poscópula), una de las causas se debería a un efecto potenciador de las mismas, considerando que hubo un mejor establecimiento del cuerpo lúteo y por ende secreción de progesterona y reconocimiento materno de la preñez, (Chipayo *et al.*, 2003). La importancia de la progesterona durante la preñez radica en que induce la quietud del miometrio, además promueve la proliferación de las células del endometrio para soportar la implantación del embrión y el desarrollo a término del feto (Hafez, 2000). También se sabe que la progesterona junto con los 5 α -pregnanones son secretada por el cuerpo lúteo e induce la producción de histotrofo endometrial que es responsable de la nutrición conceptual hasta la placentación (Aurich y Budik, 2015). Aunque algunos investigadores reportan que algunos

animales con niveles de progesterona aun altos tuvieron pérdidas embrionarias tempranas, demostraron que las pérdidas embrionarias no siempre están relacionadas con los niveles bajos de progesterona (Bravo *et al.*, 2010).

Las pérdidas embrionarias tempranas en rumiantes se dan con mayor frecuencia hasta antes de los 16 días después de la concepción (Diskin y Morris, 2008; Hashem y Soltan, 2017), mientras que Fernández-Baca (1971), a los 30 días posmonta, reporta una mortalidad embrionaria de hasta 50 %, sin considerar cópulas adicionales ni hembras que hayan ovulado como en el presente estudio. Otra causa, pero atribuida a la mortalidad encontrada en este periodo (24 días posempadre) en los grupos G1 y G2, podría deberse a fallas cuando el embrión inicia la implantación el día 14 posovulación con las interdigitaciones que se forman entre las células epiteliales del endometrio y el trofoblasto del embrión (prioritariamente en el cuerno izquierdo), zonas que al parecer facilitan el reconocimiento maternal de la preñez y luego el intercambio gaseoso entre la madre y el feto (Olivera *et al.*, 2003; Skidmore *et al.*, 1996). Entonces estos factores que tienen que ver con la mortalidad temprana no están del todo claros por lo que deberán ser demostrados en otras investigaciones. Es importante considerar la identificación de genes en alpacas como se ve en otras especies, genes que estén asociados a este evento de transición y la definición de su significado funcional podrían proporcionar información vital para identificar las razones por la que no se da el reconocimiento materno de la preñez (Mor *et al.*, 2015).

El incremento de la tasa de sobrevivencia embrionaria observada en el presente estudio de investigación está relacionado con los grupos que recibieron cópulas adicionales (24 y 48 horas) como se observa en las pruebas de correspondencia simple, pero no llegan a alcanzar el 95 % de significancia estadística ($P > 0.05$); que puede ser el resultado del número de animales utilizado en cada grupo experimental. Estos resultados nos permiten sugerir que se puede mejorar el porcentaje de sobrevivencia embrionaria e incrementar el porcentaje de gestantes y por ende el porcentaje de natalidad en alpacas que reciben cópulas adicionales posovulación. Si bien el proceso depende del útero, no ocurre *in vitro*, existiendo una variación significativa entre los conceptos que es independiente del útero y puede apuntar a una variación en la calidad de los embriones y los ovocitos (Sánchez *et al.*, 2019); además, el papel del padre en la determinación de la calidad del embrión y en el desarrollo del concepto recién comienza a apreciarse que podrían estar involucrados (Ortega *et al.*, 2018).

Conclusiones

Las alpacas que recibieron una cópula ovulatoria y con una cópula adicional a las 24 horas posovulación y las que recibieron dos cópulas adicionales a las 48 horas posovulación evidencian una tendencia porcentual mayor de sobrevivencia embrionaria respecto a las alpacas que solo tuvieron una cópula ovulatoria, a pesar que la metodología empleada tenga un efecto sobre la sobrevivencia embrionaria los mecanismos fisiológicos no están del todo claros. Sin embargo, el rápido desarrollo de métodos biológicos, moleculares contribuirá a resolver y comprender estos mecanismos.

Se requieren estudios con grupos con mayor número de animales para aseverar resultados significativos.

Referencias

- Aba, M., Fosberg, M., Kindahl, H., Sumar, J. y Edqvist, L. (1995). Endocrine changes after mating in pregnant and nonpregnant llamas and alpacas. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36(4), 489–498. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8669376/>.
- Adams, G., Ratto, M. H., Huanca, W. y Singh, J. (2005). Ovulation-Inducing Factor in the Seminal Plasma of Alpacas and Llamas. *Biology of Reproduction*, 73(3), 452–457. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.040097>.
- Aparicio, M., Leyva, V., Novoa, C. y García, W. (2003). Efecto de la copulación durante el celo postovulatorio en la mortalidad embrionaria en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(1), 24–32. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000100005&lng=es&tlng=es.
- Aurich, C. y Budik, S. (2015). Early pregnancy in the horse revisited – does exception prove the rule? *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0048-6>.
- Ayala, L. E., Pesántez, J. L., Rodas, E. R., Méndez, M. S., Soria, M. E., Torres, C. S., Vázquez, J. M. y Pesántez, E. del R. (2017). Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 65–72. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-79202017000200009&lng=es&nrm=iso.
- Bravo, P. W., Skidmore, J. A. y Zhao, X. X. (2000). Reproductive aspects and storage of semen in Camelidae. *Animal Reproduction Science*, 62, 173–193. [10.1016/S0378-4320\(00\)00158-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00158-5).
- Bravo, P. W., Diaz, D., Alarcón, V. y Ordoñez, C. (2010). Effect of the reproductive state of female alpacas on embryonic mortality rate. *American Journal of Veterinary Research*, 71(9), 1096–1099. <https://doi.org/10.2460/ajvr.71.9.1096>.
- Carrasco, R. A., Singh, J. y Adams, G. P. (2018). The relationship between gonadotropin releasing hormone and ovulation inducing factor/nerve growth factor receptors in the hypothalamus of the llama. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0402-6>.
- Carrasco, R., Singh, J. y Adams, G. P. (2016). The dynamics of *trkA* expression in the bovine ovary are associated with a lutetrophic effect of ovulation-inducing factor/nerve growth factor (OIF/NGF). *Reproductive Biology and Endocrinology*, 14, 47. <https://doi.org/10.1186/s12958-016-0182-9>.
- CENAGRO. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario-Resultados definitivos. Julio 2013-Perú. In *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>.
- Chipayo, Y., Leyva, V. y García, W. (2003). Efecto del estradiol en el periodo de reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(2), 111–118. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000200004&lng=es&tlng=es.

- Crispo, M., dos Santos-Neto, P. C., Vilariño, M., Mulet, A. P., de León, A., Barbeito, L. y Menchaca, A. (2016). Nerve growth factor influences cleavage rate and embryo development in sheep. *Journal of Animal Science*, 94, 4447–4451. <https://doi.org/doi:10.2527/jas2016-0736>.
- Diskin, M. G. y Morris, D. G. (2008). Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(Supl. 2), 260–267. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>.
- El-Allali, K., El-Bousmaki, N., Ainani, H. y Simonneaux, V. (2017). Effect of the Camelid's seminal plasma ovulation-inducing factor/-NGF: A kisspeptin target hypothesis. *Frontiers in Veterinary Science*, 4, 99. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00099>.
- Fernández, J. (2013). Efecto de la hormona luteinizante (LH) durante el desarrollo temprano del cuerpo lúteo sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas. [Tesis para optar al grado de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna] [Tesis de licenciatura no publicada]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1675>.
- Fernández-Baca, S. (1971). *La Alpaca, reproducción y crianza* [boletín No 7]. IVITA. Lima.
- Fernández-Baca, Saul. (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. Proyecto de Cooperación Técnica En Apoyo a La Crianza y Aprovechamiento de Los Camélidos Sudamericanos En La Región Andina TCP/RLA/2914. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación* (FAO).
- Fernández-Baca, S., Hansel, W. y Novoa, C. (1970). Embryonic mortality in the alpaca. *Biology of Reproduction*, 3, 243–251. <https://doi.org/10.1093/biolreprod/3.2.243>.
- Fernández-Baca, S. y Novoa, C. (1968). Conducta sexual de la alpaca (Lama paco) en empadre a campo [ponencia]. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal A.L.P.A. - Memoria* 3, 7–20.
- Hafez, E. S. E. (2000). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Editorial Interamericana; Mc Graw Hill.
- Hashem, N. M. y Soltan, Y. A. (2017, 7 de noviembre). Early embryonic loss in farm animals: causes and solutions [ponencia]. 3rd. International Conference “Sustainable Development of Livestock's Production Systems.” Animal and Fish Production Department, Faculty of Agriculture, Alexandria University.
- Leyva, V. y García, W. (1999a, 4-7 de noviembre). Efecto de la progesterona exógena sobre la función del cuerpo lúteo de alpacas [ponencia]. *II Congreso Mundial de Camélidos*. Cusco.
- Leyva, V. y García, W. (1999b, 4-7 de noviembre). Efecto de la progesterona exógena y endógena en alpaca en celo sobre la ovulación fertilización y gestación [ponencia]. *II Congreso Mundial de Camélidos*. Cusco.
- Leyva, V. y García, W. (2000, 12-15 de setiembre). Efecto del estradiol (E2) en la fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas [ponencia]. *XV Congreso Nacional de Ciencia Veterinarias*. Cusco.
- Mor, A., Mondal, S., Reddy, I. J. y Soumya, N. P. (2015). Genes regulating maternal recognition of pregnancy in domestic animals: An update. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58(6), 854–863. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132015060284>.
- Moraes, J. G. N., Behura, S. K., Geary, T. W., Hansen, P. J., Neibergs, H. L. y Spencer, T. E. (2018). Uterine influences on conceptus development in fertility-classified animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(8), E1749–E1758. <https://doi.org/10.1073/pnas.1721191115>.
- Moya, E. y Torres, J. (2008). *Familias alpaqueras enfrentando al cambio climático*. Intermediate Technology Development Group, ITDG. <https://www.mimp.gob.pe/webs/mimp/sispod/pdf/186.pdf>.
- Novoa, C. (1970). Reproduccion en camelidae. *Journal of Reproduction and Fertility*, 22, 3–20.
- Novoa, C. y Leyva, V. (1996). Reproducción en alpacas y llamas. *Publicación Científica IVITA-N°26*, 1–32.
- Olivera, L. V., Zago, D. A., Jones, C. J. P. y Bevilacqua, E. (2003). Developmental changes at the materno-embryonic interface in early pregnancy of the alpaca, Lama pacos. *Anatomy and Embryology*, 207(4–5), 317–331. <https://doi.org/10.1007/s00429-003-0346-1>.
- Ortega, M. S., Moraes, J. G. N., Patterson, D. J., Smith, M., Behura, S. K., Poock, S. y Spencer, T. E. (2018). Influences of sire conception rate on pregnancy establishment in dairy cattle. *Biology of Reproduction*, 99(6), 1244–1254. <https://doi.org/10.1093/biolre/iy0141>.
- Sánchez, J., Simintiras, C. y Lonergan, P. (2019). Aspects of embryo-maternal communication in establishment of pregnancy in cattle. *Animal Reproduction*, 16(3), 376–385. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0075>.
- Sánchez, S., Leyva, V., Oscanoa, A. y García, W. (2017). Uso de Oxitocina para Prevenir Mortalidad Embrionaria Temprana en Alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 911–917. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13866>.
- SENAMHI. (2016). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía Puno - Perú*. <https://Www.Senamhi.Gob.Pe/?P=registro>.
- Skidmore J., Wooding, F. y Allen, W. (1996). Placentation during the first 60 days of gestation in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Proceedings of the International Conference on Camelids: Science and Productivity*, 4, 199–2002.