

# Efecto de la duración de cópula en la respuesta ovulatoria y tasa de preñez en alpacas

## Copulation length on ovulatory and pregnancy rate in alpacas

Madeley Gladys Hilasaca Mamani<sup>1,a</sup>, Jesús Martín Urviola Sánchez<sup>2,3,b,\*</sup>, Francisco Halley Rodríguez Huanca<sup>2,c</sup>, Víctor Raúl Leyva Vallejos<sup>3,d</sup>

### Resumen

Se realizó un experimento en el Centro Experimental La Raya-Universidad Nacional del Altiplano Puno, para determinar el efecto de la duración de cópula sobre la ovulación y preñez en alpacas. Se utilizaron 47 hembras adultas (tiempo posparto  $\geq 20$  días y presencia de un folículo  $\geq 7$  mm) distribuidas en tres grupos, según el tiempo de cópula: 20, 35 y 50 min, para G1(n=15), G2(n=16) y G3(n=16), respectivamente. Para el empadre se utilizaron 6 reproductores de fertilidad comprobada, interrumpiendo la cópula al tiempo establecido. Se evaluó las tasas de ovulación y preñez los días 7 y 30 postservicio respectivamente (por ecografía y receptividad de la hembra), los datos fueron analizados mediante  $X^2$  y correspondencia simple. Tanto la tasa de ovulación (G1:73,33%, G2:81,25% y G3:81,25%); como la de preñez (G1: 53,33%, G2: 81,25% y G3: 75%) no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ). Las tasas de preñez entre G1 y G2 tendieron a ser diferentes ( $P < 0,10$ ), concordante al análisis de correspondencia simple. A pesar de no haber diferencias en las tasas de ovulación y preñez, se tuvo mayor tendencia porcentual en G2 y G3, sugiriendo que la mayor duración de la cópula tendría algún efecto positivo sobre ellas, según el análisis de correspondencia simple y la tendencia de baja significancia ( $P < 0,10$ ) a favor de la preñez en G2 en comparación con G1. En conclusión, no hubo diferencias significativas del efecto de la duración de cópula sobre la ovulación; sin embargo, hubo una tendencia del 90% para la diferencia entre la duración de la cópula de 35 minutos frente a 20 minutos (en preñez).

**Palabras claves:** Reproducción, alpaca, duración de cópula, ovulación, gestación.

### Abstract

An experiment was carried out at the Experimental Center La Raya-Universidad Nacional del Altiplano Puno, to determine the effect of copulation duration on ovulation and pregnancy in alpacas. 47 adult females were used (postpartum time  $\geq 20$  days and presence of a follicle  $\geq 7$  mm) distributed in three groups, according to copulation time: 20, 35 and 50 min, for G1 (n = 15), G2 (n = 16) and G3 (n = 16), respectively. For the mating, 6 reproducers of proven fertility were used, interrupting the copulation at the established time. Ovulation and pregnancy rates were evaluated on days 7 and 30 post service respectively (by ultrasound and receptivity of the female), the data were analyzed using  $X^2$  and simple correspondence. Both the ovulation rate (G1: 73.33%, G2: 81.25% and G3: 81.25%); and pregnancy (G1: 53.33%, G2: 81.25% and G3: 75%) were not different ( $P > 0.05$ ). Pregnancy rates between G1 and G2 tended to be different ( $P < 0.10$ ), consistent with the simple correspondence analysis. Despite there being no differences in ovulation and pregnancy rates, there was a higher percentage trend in G2 and G3, suggesting that the longer duration of mating would have some positive effect on them, according to the simple correspondence analysis, and the trend of low significance ( $P < 0.10$ ) in favor of pregnancy in G2 compared to G1. In conclusion, there were no significant differences in the effect of copulation duration on ovulation; however, there was a 90% trend for the difference between mating duration of 35 minutes versus 20 minutes (in pregnancy).

**Keywords:** Reproduction, alpaca, duration of copulation, ovulation, gestation.

**Recibido:** 14/05/2021

**Aprobado:** 30/09/2021

**Publicado:** 31/10/2021

**Sección:** Artículo Original

\*Autor correspondiente: [jurviola@unap.edu.pe](mailto:jurviola@unap.edu.pe)

### Introducción

En el Perú, la población de alpacas es de 3 685 516 cabezas, abarcando la raza huacaya el 80,4%, seguida de la Suri con 12,2% y animales cruzados con 7,3%. La mayor población habita en alturas por encima de los 3 500 m. distribuida en las regiones; Puna (70,29%), Suni (18.89%) y Janca (7,49%), y por debajo del nivel altitudinal en referencia se encuentra un 3.33% de la población (CENAGRO, 2012).

Las comunidades alto andinas, se asientan por encima de 3800 m de altitud (SENAMHI, 2016). La ganadería

camélida como actividad principal, se adapta y desarrolla mejor en este piso ecológico y constituye el

<sup>1</sup>Actividad Privada – Clínica Veterinaria, Balto Juliaca – Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.

<sup>a</sup>0000-0002-8052-6824. <sup>b</sup>0000-0002-1085-3539. <sup>c</sup>0000-0002-3967-0410. <sup>d</sup>0000-0001-9469-6755

**Como citar:** Urviola Sánchez, J. M., Hilasaca Mamani, M. G., Rodríguez Huanca, F. H., & Leyva Vallejos, V. R. (2021). Efecto de la duración de cópula en la respuesta ovulatoria y tasa de preñez en alpacas. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 229-235. DOI: [10.18271/ria.2021.296](https://doi.org/10.18271/ria.2021.296)



principal usufructo para el mantenimiento familiar del poblador altoandino (Fernández-Baca, 1991). Además, la alpaca está adaptada a las condiciones ambientales y topográficas adversas, logrando así una interacción adecuada con el ser humano y el medioambiente andino (Escobar, et al., 2020). Sin embargo, el piso ecológico y la variación extrema del clima en que son criadas las alpacas, limitan la disponibilidad anual de su alimento (Fernández-Baca, 2005) y la respuesta de su organismo para sobrevivir y reproducirse.

Bajo estas condiciones ambientales, el criador alto Andino ha desarrollado un manejo tradicional en la crianza de alpacas para usufructuar su producción (Fernández-Baca, 2005). No obstante que este conocimiento es actualmente usado por muchos productores, la producción, sobre todo, la reproducción es limitada, atribuida a un manejo reproductivo inadecuado acorde a su fisiología reproductiva en estas condiciones de crianza (Huanca y Naveros, 2012).

En condiciones naturales de campo, se ha observado que en el empadre de rebaños de alpacas hembras con varios machos, la duración de la cópula es muy variable entre machos, resultando en un promedio de  $8 \pm 5,4$  min a diferencia del promedio de  $17,5 \pm 12,1$  min en un empadre controlado (Fernández-Baca y Novoa, 1968; Novoa y Leyva, 1996). No obstante, en base a esta información, se recomienda un tiempo mínimo de 15 minutos para obtener una tasa de ovulación mayor a 60% (Condorena y Fernández Baca, 1972; Parraguez et al., 1997). En empadre a campo son pocos los machos que superan los

15 minutos (Fernández-Baca, et al., 1970), sin embargo, el tiempo de cópula total en estas condiciones puede ser mayor debido a que una hembra puede recibir servicios de varios machos en forma consecutiva (Fernández-Baca y Novoa, 1968). Aun es debatible si la variación en el tiempo de duración de la cópula resulta en variación extrema en la tasa de ovulación y consecuentemente de preñez, siendo este el propósito del presente estudio.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó entre enero y abril del año 2018, en el Centro Experimental La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar de la región Puno. El CE se ubica entre 4136 a 5470 m.s.n.m. entre las coordenadas  $14^{\circ}30'33''$  de Latitud Sur y  $20^{\circ}57'33''$  de longitud oeste, con una temperatura anual promedio de  $6,20^{\circ}\text{C}$  (máxima de  $14,16^{\circ}\text{C}$  y mínima de  $-1,75^{\circ}\text{C}$ ) y una precipitación anual de 525,7 mm (SENAMHI, 2016).

Se utilizaron 47 alpacas Huacaya de un rebaño en parición, con descanso sexual posparto  $\geq$  a 20 días, en celo detectada por su receptividad a la monta del macho y por la presencia de un folículo preovulatorio  $\geq$  7 mm de diámetro, verificado mediante ecografía (transductor lineal de 5MHz) de los ovarios. Las hembras se dividieron al azar en tres grupos de acuerdo a la duración de la cópula: G1 (n=15) 20 minutos, G2 (n= 16) 35 minutos y G3 (n=16) 50 minutos). En la Figura 1 puede observarse el diseño experimental.

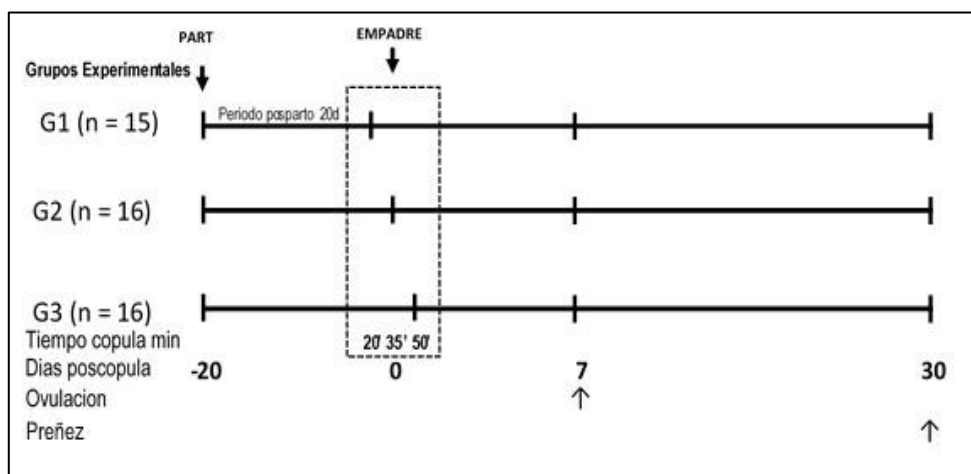


Figura 1. Diseño Experimental

Para el empadre se utilizaron, seis machos fértiles del núcleo de reproductores con una edad promedio de 5 años de edad y boxes o cubiles de paneles metálicos (6 x 3 m) con un pasaje para la circulación y movimiento de los animales durante el empadre. El estado sanitario y capacidad normal fertilizante de los machos seleccionados fueron evaluados a través del examen

clínico de los órganos genitales, el comportamiento sexual y la evaluación seminal pos cópula, respectivamente. El semen fue obtenido con la técnica del proctoscopio descrito por Bravo et al., (2000) y se consideró que el semen tenga una concentración y motilidad espermática mayor a 60%. Durante el empadre controlado cada hembra tuvo una duración de cópula de acuerdo al diseño

y los machos tuvieron la oportunidad de empadrear en forma equitativa entre los grupos experimentales. En los casos en que un macho terminara la cópula antes del tiempo asignado, el tiempo restante se completó con un macho diferente.

La ovulación y el diagnóstico de gestación se evaluaron mediante ultrasonografía transrectal a los 6 y 7 días poscópula por observación del cuerpo lúteo, y a los 30 días poscópula por observación de la vesícula embrionaria o embrión y presencia del cuerpo lúteo, respectivamente.

Análisis estadístico: La diferencia en la tasa porcentual de ovulación y preñez entre los grupos experimentales fue analizada mediante la prueba estadística de Chi –

cuadrado. Adicionalmente, para observar la asociación de forma gráfica entre los grupos experimentales con respecto a las tasas de ovulación y de preñez temprana se utilizó el Análisis de Correspondencia Simple (% de inercia).

### Resultados

#### Efecto de la duración de la cópula sobre la respuesta ovulatoria en alpacas

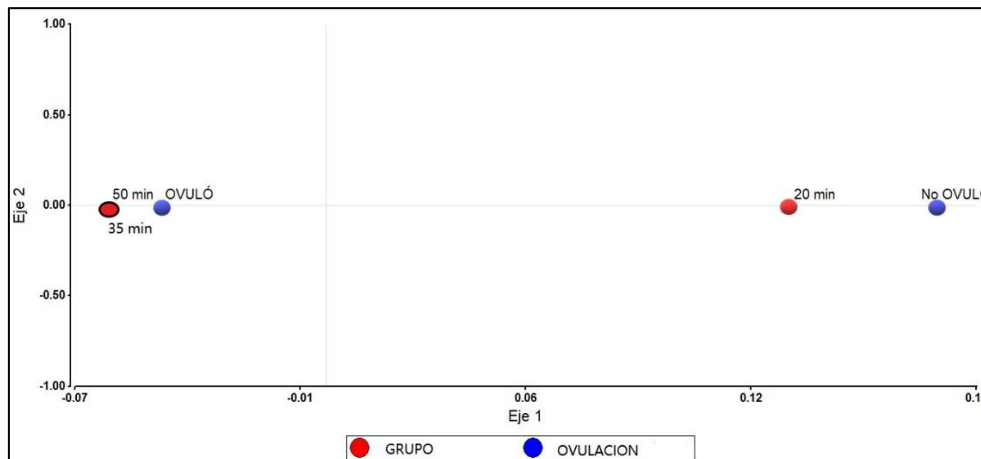
En la tabla 1, se muestran los resultados de receptividad en el comportamiento sexual, ovulación y presencia de cuerpo lúteo a los 6 y 7 días poscópula,

**Tabla 1.** Tasa de receptividad, ovulación y presencia de cuerpo lúteo a los 6 y 7 días poscópula, según la duración de la cópula en alpacas.

Grupo Experimental	N	Receptividad 7d				Ovulación y cuerpo lúteo 7d			
		Rechaza		Acepta		Si		No	
		n	%	n	%	n	%	n	%
G1: 20 minutos	15	(8)	53,30	(7)	46,70	(11)	73,33	(4)	26,67
G2: 35 minutos	16	(13)	81,25	(3)	18,75	(13)	81,25	(3)	18,75
G3: 50 minutos	16	(13)	81,25	(3)	18,75	(13)	81,25	(3)	18,75
Total	47	34	72,30	13	27,70	37	78,70	10	21,30

Receptividad  $\chi^2_c = 3,978$ ;  $\chi^2_{(α 0,05; 2)} = 5,991$

Ovulación  $\chi^2_c = 0,382$ ;  $\chi^2_{(α 0,05; 2)} = 5,991$



**Figura 2.** Análisis de correspondencia simple de todos los grupos experimentales frente a la variable ovulación a los 6 y 7 días poscópula.

No obstante que los resultados de la tabla 1 muestran que la diferencia entre grupos en la tasa de ovulación no fue significativa, el gráfico de correspondencia simple (Fig. 2), en su primer eje (con una inercia de 100%) muestra un acercamiento de los grupos G2 (81,2%) y G3 (81,2%) con la variable ovulación, a diferencia del G1 (73,3%).

También se puede observar respecto al comportamiento sexual en la tabla 1, que a los 7 días en el grupo (G1), ocho hembras no fueron receptivas al macho (53,33%), a pesar que fueron 11 las que ovularon y presentaron cuerpo lúteo (73,33%).

## Efecto de la duración de la cópula sobre la tasa de preñez

La tasa de preñez a los 30 días poscópula en los diferentes grupos puede observarse en la tabla 2.

**Tabla 2.** Tasa de Preñez en alpacas a los 30 días poscópula, según la duración de la cópula del grupo experimental.

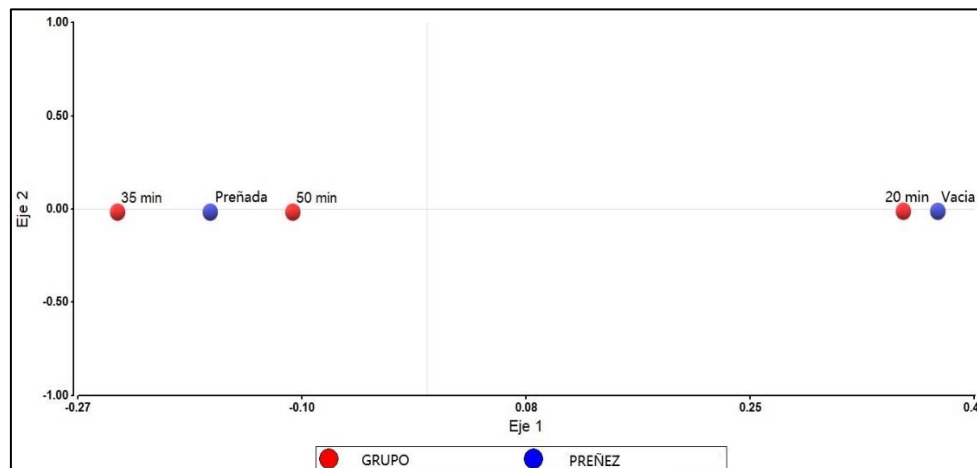
Grupo Experimental	N	Preñez 30 días			
		Si		No	
		n	%	n	%
<b>G1: 20 minutos</b>	15	(8)	53,3	(7)	46,7
<b>G2: 35 minutos</b>	16	(13)	81,25	(3)	18,75
<b>G3: 50 minutos</b>	16	(12)	75,0	(4)	25,0
<b>Total</b>	47	(33)	70,2	(14)	29,8

Chi cuadrado entre G1vsG2vsG3:  $X_c^2 = 3,151$ ;  $X_f^2 (\alpha 0,05; 2) = 5,991$

Chi cuadrado entre G1vsG2:  $X_c^2 = 2,761$ ;  $X_f^2 (\alpha 0,10; 1) = 2,705$

La tabla 2, muestra la diferencia porcentual notoria no significativa entre grupos, con la menor tasa de preñez (53,3%) en el grupo de menor duración de cópula (G1); sin embargo, en el análisis individual de este grupo con el grupo G2 (81.3%) se manifiesta una tendencia a

la significancia ( $P < 0.1$ ), como lo indica el gráfico por correspondencia simple en su primer eje (con una inercia de 100%), de un mayor acercamiento al lado de alpacas vacías comparado con los grupos G2 y G3 hacia el lado de las preñadas (Figura 3).



**Figura 3.** Análisis de correspondencia simple de todos los grupos experimentales frente a la variable preñez a los 30 días poscópula.

## Discusión

### Efecto de la duración de la cópula sobre la respuesta ovulatoria en alpacas

Los resultados del presente estudio muestran que no hubo efecto en la tasa de ovulación por el incremento en la duración de la cópula mayor a 20 minutos. Fernández Baca et al., (1970) encontró 60% de ovulación en alpacas con una duración de cópula de 5 minutos, similar a los resultados de 70-80 % de ovulación reportados por Condorena y Fernández Baca (1972) con una duración de cópula de 10 a 25 minutos y de 75 % hallado por Ramos et al., (2020) con una duración mínima de cópula de 15 minutos.

Varios estudios (Adams et al., 2016; Ulloa-Leal et al., 2014) confirman la presencia de un factor inductor de la ovulación (FIO) en el plasma seminal, y los resultados de similares tasas de ovulación hallados en el presente estudio indicarían la ausencia de la relación en el incremento de volumen del plasma seminal con cópulas mayor a 20 minutos con mayor nivel del factor inductor de la ovulación (FIO), sin embargo, este hallazgo aun es debatible desde que se desconoce los niveles apropiados de FIO para inducir la ovulación y si a mayor duración en el tiempo de cópula, incrementa el volumen del plasma seminal y por ende el nivel de FIO.

Por otro lado, tampoco se descartaría el rol de la hembra con menor respuesta a la ovulación por factores

influyentes como el estrés en el manejo reproductivo (Arias y Velapatiño, 2015; Huanca y Naveros, 2012), en relación al estadio fisiológico de la receptividad sexual con el desarrollo de las ondas foliculares (Cervantes, et al., 2007; Ratto et al., 2011; Ascencio, et al., 2019). No obstante, que en el presente estudio no se consideró esta relación, el hecho que todas las hembras de los grupos tratamientos para el empadre se seleccionaron en base a receptividad manifiesta al macho evidenciado por la adopción de posición de copula inmediata frente al macho, indicaría que todas se encontraban en fase estática, que corresponde al rango de máximo desarrollo del folículo dominante, ; estadio que ha sido definido como el desarrollo folicular en espera (Andringa, et al., 2013). En hembras con estadio de regresión del folículo dominante o con folículos en fase de luteinización mayormente no muestran signos claros de receptividad al macho (Bravo, et al., 1991). Otro factor probable en la ausencia del efecto de la duración de la copula en la tasa de ovulación es el número de animales; sin embargo, se ha utilizado similares unidades experimentales en estudios parecidos (Fernández-Baca, et al., 1970; Bravo, et al., 1992).

Respecto a las 3 hembras receptivas al macho a pesar de haber ovulado, se debería a que la evaluación fue realizada entre los días 4 ó 5 días posovulación (6 ó 7 poscópula), y que probablemente estas tres hembras estuvieron en el 4 día posovulación, coherente con reportes previos que indican que las hembras pueden aceptar al macho hasta cuatro días posovulación (Leyva y García, 1999), sugiriendo que esta receptividad ocurre porque el cuerpo lúteo en reciente organización no libera niveles apropiados de P4 para ejercer su efecto inhibitorio; efecto que fisiológicamente ocurre en la mayoría de los casos el cuarto día posovulación (Cárdenas et al., 2001; Leyva y García, 1999). Por otro lado, hay varios reportes en alpacas, sobre chequeo de celo, en que un 10% de ellas, por acostumbamiento (las que son expuesta a chequeo de celo en varias ocasiones) dan falso positivo, es decir aceptan, pero tienen cuerpo lúteo, y también se menciona que la asociación entre la presencia de cuerpo lúteo y la no receptividad sexual (rechazo del macho) fue más marcada después del día 6 posovulación (Aparicio et al., 2003).

### ***Efecto de la duración de la cópula sobre la tasa de preñez***

La estimación de la capacidad fertilizante de los machos reproductores y la tasa de ovulación con el establecimiento de un cuerpo lúteo activo es indicativo para que ocurra la fertilización; por tanto se esperaría que la disminución de la tasa de gestación en el grupo G1 fue por pérdida embrionaria (ME) temprana. Leyva y García

(1999; 2000) reportan mortalidad embrionaria temprana alrededor del día 7 posovulación, por la presencia de un cuerpo lúteo en regresión. En el presente estudio la detección de un cuerpo lúteo activo y del embrión en el D7 y el D30 respectivamente, permite deducir que la ME pudo ocurrir dentro de este rango de observación, en el cual se tiene el desarrollo del mecanismo fisiológico del embrión para su supervivencia, conocido como Reconocimiento Maternal (RM) de la Preñez (Bazer, 1989; Aba et al., 1995; Chipayo et al., 2003) y de la implantación/placentación que ocurre en este periodo en otros rumiantes (Bazer, 2013). Por tanto, no es probable encontrar una relación de las copulaciones de larga duración con la ME en este periodo, a no ser que estas copulas se relacionen con el establecimiento normal funcionalmente del cuerpo lúteo antes del día 7. En el presente estudio se encontró una tendencia ( $P < 0.1$ ) de mayor tasa de preñez y menor mortalidad embrionaria en G2 (35 minutos) que en G1 (20 minutos), sin embargo, este resultado es aún debatible con el resultado de similares niveles de LH en alpacas que recibieron una copula vs dos copulas reportados por Bravo et al., (1992); mientras que Fernández (2013) encontró que la aplicación de LH ( 500 UI) el D1 y D3.5 postservicio en hembras que recibieron un solo servicio  $\geq 15$  minutos disminuyó el porcentaje de hembras en celo e incrementó la tasa de preñez.

Si se analiza el efecto de la mayor duración de la cópula, donde un macho puede haber copulado mayor a tres ocasiones el mismo día del tratamiento a hembras diferentes, es probable una disminución en la tasa de preñez, como pudo haber ocurrido en el G3 para completar la duración de la cópula de 50 minutos, debido a una probable disminución en la concentración espermática (Bravo et al., 1997; Urquieta et al., 2005) por un excesivo uso del macho, como la disminución de la tasa de preñez en hembras copuladas por machos después de haber realizado más de tres cópulas el mismo día (Fernández-Baca and Novoa, 1968); por tanto, el efecto de la mayor duración de la cópula es aún debatible, el cual podría ser tomado en cuenta para un manejo reproductivo adecuado, desde que este ocurre normalmente en el empadre en las dos condiciones (campo y controlado), (Leyva y Markas, 1991).

### **Conclusiones**

En alpacas que recibieron un servicio de monta de 35 y 50 minutos no se encontró una relación significativa del efecto de la mayor duración con la tasa de ovulación, en tanto hubo una tendencia para la significativa ( $P < 0.1$ ) en la tasa de preñez entre copulas de 35 minutos (G2) vs 20 minutos (G1).



## Referencias

- Aba, M., Fosberg, M., Kindahl, H., Sumar, J., and Edqvist, L. (1995). Endocrine changes after mating in pregnant and nonpregnant llamas and alpacas. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36(4), 489–498. <https://link.springer.com/article/10.1186/BF03547663>
- Adams, G. P., Ratto, M. H., Silva, M. E., and Carrasco, R. A. (2016). Ovulation-inducing factor (OIF/NGF) in seminal plasma: a review and update. *Reproduction in Domestic Animals*, 51:4–17. DOI: [10.1111/rda.12795](https://doi.org/10.1111/rda.12795)
- Andringa, M. F. A., Cavestany, D., y van Eerdenburg, F. J. C. M. (2013). Relaciones entre la expresión de celo, tamaño del folículo y ovulación en vacas de leche en pastoreo. *Veterinaria (Montevideo)*, 49(190), 4–15. Recuperado a partir de <https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/221>
- Aparicio, M., Leyva, V., Novoa, C., and García, W. (2003). Efecto de la copulación durante el celo postovulatorio en la mortalidad embrionaria en alpacas. In *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* (Vol. 14, Issue 1). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000100005&lng=es&tlng=es).
- Arias, N., and Velapatiño, B. (2015). Cortisol como Indicador Fiable del Estrés en Alpacas y Llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 1–8. DOI: [10.15381/rivep.v26i1.10915](https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10915)
- Ascencio, J., Huanca, W., Turín, J., Mamani, C., Cordero, A. y Hilari, F. (2019). Efecto del estadio de desarrollo de la onda folicular sobre la respuesta ovárica y tasa de recuperación y calidad de embriones en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 745–752. DOI: [h10.15381/rivep.v30i2.16066](https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16066)
- Bazer, F.W. (2013). Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs. *J Animal Sci Biotechnol*. 4:23. DOI: [10.1186/2049-1891-4-23](https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-23)
- Bazer, FW. (1989). Establishment of Pregnancy in Sheep and Pigs. *Reproduction, Fertility and Development* 1(3) 237 – 242. DOI: [10.1071/RD9890237](https://doi.org/10.1071/RD9890237)
- Bravo, P. W., Skidmore, J. A., and Zhao, X. X. (2000). Reproductive aspects and storage of semen in Camelidae. *Animal Reproduction Science*, 62, 173–193. DOI: [10.1016/S0378-4320\(00\)00158-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00158-5)
- Bravo, W., Flores, D., and Ordoñez, C. (1997). Effect of Repeated Collection on Semen Characteristics of Alpacas. *Biology of Reproduction*, 57, 520–524. DOI: [10.1095/biolreprod57.3.520](https://doi.org/10.1095/biolreprod57.3.520)
- Bravo, W., Stabenfeldt, G., Fowler, M., and Lasley, L. (1992). Pituitary response to repeated copulation and/or Gonadotropin-Releasing Hormone administration in llamas and alpacas. *Biology of Reproduction*, 47, 884–888. DOI: [10.1095/biolreprod47.5.884](https://doi.org/10.1095/biolreprod47.5.884)
- Bravo, P.W., Stabenfeldt, G.H., Lasley, B.L., Fowler, M.E., 1991. The Effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American Camelids. *Biol. Reprod.* 45, 553–559. DOI: [10.1095/biolreprod45.4.553](https://doi.org/10.1095/biolreprod45.4.553)
- Cárdenas, O., Ratto, M., Cordero, A., and Huanca, W. (2001). Determinación de la fertilidad en llamas con un servicio, mediante conducta sexual y ecografía. *Rev. Inv. Vet Peru. Suplemento, 1*, 467–469.
- CENAGRO. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario-Resultados definitivos. Julio 2013-Perú. In *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario*. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Cervantes, M., Huanca, W., y Huanca, Teodosio. (2007). Efecto del estadio del desarrollo folicular al momento de la monta sobre la ovulación y supervivencia embrionaria en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 18(2), 122-128. Recuperado en 05 de septiembre de 2021, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172007000200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172007000200006&lng=es&tlng=es).
- Chipayo, Y., Leyva, V., and García, W. (2003). Efecto del estradiol en el periodo de reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas. *Rev Inv Vet Perú*, 14(2), 111–118. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000200004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000200004&lng=es&tlng=es)
- Condorena, N., and Fernández Baca, S. (1972). Relación entre frecuencia de servicios y fertilidad en la alpaca. *Rev. Inv. Pec. - IVITA Perú*, 1(1), 11–19.
- Escobar-Mamani, F., Branca, D., & Haller, A. (2020). Investigación de montaña sobre y para la región andina. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(4), 311–312. DOI: [10.18271/ria.2020.191](https://doi.org/10.18271/ria.2020.191)
- Fernández, J. (2013). Efecto de la hormona luteinizante (LH) durante el desarrollo temprano del cuerpo lúteo sobre la sobrevivencia embrionaria en alpacas. *Tesis Bach. E.A.P. de Med. Vet. y Zoot.-Fac.Cs. Agropec.-Univ. Nac. Jorge Basadre Grohmann – Tacna. P*, 1–52. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1675>
- Fernández-Baca, S., Madden, D., and Novoa, C. (1970). Effect of different mating stimuli on induction of ovulation in the alpaca. *Journal of Reproduction and Fertility*, 22(2), 261–267. DOI: [10.1530/jrf.0.0220261](https://doi.org/10.1530/jrf.0.0220261)
- Fernández-Baca, S. (1991). *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos*. (Saul Fernández-Baca, Ed.). FAO-ONU. Santiago - Chile. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UADY>.

[xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004042](#)

- Fernández-Baca, S., and Novoa, C. (1968). Conducta sexual de la alpaca (Lama paco) en empadre a campo. In: *Asociación Latinoamer. Prod. Anim. A.L.P.A. - Memoria 3*, 7–20.
- Fernández-Baca, S. 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. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) -TCP/RLA/2914-. Roma-Italia. 62 p
- Huanca, T., and Naveros, M. (2012). *Empadre en alpacas* (Instituto Nacional De Innovación Agraria - INIA, Ed.; Primera Edición). Instituto Nacional De Innovación Agraria - INIA. [http://200.123.25.5/bitstream/inia/152/1/Empadre\\_alpacas\\_2012.pdf](http://200.123.25.5/bitstream/inia/152/1/Empadre_alpacas_2012.pdf)
- Leyva, V., and García, W. (1999). Efecto de la progesterona exógena sobre la función del cuerpo lúteo de alpacas. In *Res. II Cong. Mund. de Camélidos. Cusco.Pp87*.
- Leyva, V., and Markas, J. (1991). Involución de la glándula mamaria en alpacas y efecto sobre el peso corporal y producción de fibra. In *Turrialba (IICA)* (In, Vol. 41, Issue 1, pp. 59–63). <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/10014>
- Leyva, V., and García, W. (2000). Efecto del estradiol (E2) en la fertilización y sobrevivencia embrionaria en alpacas. In *Res. XV Congreso Nacional de Ciencia Veterinarias. Cusco.P:22-23*.
- Novoa, C., and Leyva, V. (1996). Reproducción en alpacas y llamas. *Publicación Científica IVITA-N°26*, 1–32.
- Parraguez, V. H., Cortéz, S., Gazitúa, F. J., Ferrando, G., MacNiven, V., and Raggi, L. A. (1997). Early pregnancy diagnosis in alpaca (Lama pacos) and llama (Lama glama) by ultrasound. *Animal Reproduction Science*, 47(1–2), 113–121. DOI: [10.1016/S0378-4320\(96\)01630-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(96)01630-2)
- Ramos, C. F., Urviola, J. M., Rodríguez, F. H., y Leyva, V. R. (2020). Efecto de cópulas posovulación sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria en alpacas Huacaya (Vicugna pacos). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(4), 323–328. DOI: [10.18271/ria.2020.194](https://doi.org/10.18271/ria.2020.194)
- Ratto, M., Cervantes, M., Norambuena, C., Silva, M., Miragaya, M., and Huanca, W. (2011). Effect of location and stage of development of dominant follicle on ovulation and embryo survival rate in alpacas. *Animal Reproduction Science*, 127(1–2), 100–105. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2011.07.003](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.07.003)
- SENAMHI. (2016). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía Puno - Perú*. <https://www.senamhi.gob.pe/?P=registro>
- Ulloa-Leal, C., Bogle, O. A., Adams, G. P., and Ratto, M. H. (2014). Luteotrophic effect of ovulation-inducing factor/nerve growth factor present in the seminal plasma of llamas. *Theriogenology*, 81(8), 1101-1107. e1. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2014.01.038](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.038)
- Urquieta, B., Flores, P., Muñoz, C., Bustos-Obregón, E., and García-Huidobro, J. (2005). Alpaca semen characteristics under free and directed mounts during a mating period. *Animal Reproduction Science*, 90(3–4), 329–339. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2005.01.019](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.019)