

Seguimiento ecográfico de la involución uterina posparto en alpacas (*Vicugna pacos*)

Ultrasound monitoring of postpartum uterine involution in alpacas (*Vicugna pacos*)

Joel I. Pacheco-Curie^{1*}, Wilber García-Vera¹, Víctor M. Vélez-Marroquín¹,
Edward Hernando Cabezas-García^{1,2}

RESUMEN

La involución uterina de la alpaca ha sido descrita anatómica e histológicamente; sin embargo, se desconoce la relación de la variación morfométrica posparto *in vivo*. El objetivo de este trabajo fue describir los cambios morfométricos en el útero de alpacas asociados a la involución posparto, mediante el uso de ecografía transrectal (modo B). Para ello, 38 alpacas Huacaya fueron distribuidas en tres grupos: 1. Primíparas (n=14), 2. Múltiparas (n=16) con mediciones cada 5 días desde el día 5 posparto (DPP) hasta el día 30 DPP, y 3. Control (n=8) con involución uterina completada (40 DPP). Se utilizó un ecógrafo Chison EcoVet 6® con transductor de 7 MHz. Las variables fueron: el diámetro uterino (DU, cm), grosor de la pared uterina (GPU, cm) y el área uterina (AU, cm²). El efecto del DPP fue evaluado mediante análisis de varianza unidireccional. El AU fue considerablemente mayor para las alpacas múltiparas en comparación con las primíparas. El AU fue influenciado por DPP (primíparas y múltiparas; $p<0.001$), mientras que para DU fue significativo solo para las múltiparas ($p<0.001$). En ambos grupos, el GPU mostró una mayor variabilidad en comparación con el DU y el AU, respectivamente. La curva de DU indica que la involución uterina se completa después de 20 DPP (primíparas y múltiparas). Se detectó la presencia de líquidos intrauterinos hasta el día 18 DPP. Se concluye que la evaluación ecográfica de las variables puede ayudar a describir el momento en que se completa la involución uterina posparto en alpacas.

Palabras clave: camélidos sudamericanos, ultrasonografía, puerperio

¹ Estación IVITA-Marangani, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Cusco, Perú

² Dirección actual: International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya

* Autor correspondiente: Joel Iván Pacheco Curie; jpachecoc@unmsm.edu.pe

Recibido: 28 de abril de 2024

Aceptado para publicación: 14 de diciembre de 2024

Publicado: 28 de febrero de 2025

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

Uterine involution in alpacas has been described anatomically and histologically; however, the relationship of postpartum morphometric variation *in vivo* is unknown. The aim of this work was to describe the morphometric changes in the uterus of alpacas associated with postpartum involution, using transrectal ultrasound (B mode). For this purpose, 38 Huacaya alpacas were distributed into three groups: 1. Primiparous (n=14), 2. Multiparous (n=16) with measurements every 5 days from day 5 postpartum (DPP) to 30 DPP, and 3. Control (n=8) with completed uterine involution (40 DPP). A Chison EcoVet 6® ultrasound system with a 7 MHz transducer was used. The variables were uterine diameter (UD, cm), uterine wall thickness (UWT, cm) and uterine area (UA, cm²). The effect of DPP was assessed by one-way analysis of variance. UA was significantly higher for multiparous alpacas compared to primiparous ones. UA was influenced by DPP (primiparous and multiparous; $p < 0.001$), whereas UA was significant only for multiparous ones ($p < 0.001$). In both groups, UWT showed higher variability compared to UD and UA, respectively. The UD curve indicates that uterine involution is complete after 20 DPP (primiparous and multiparous). The presence of intrauterine fluids was detected up to day 18 DPP. It is concluded that ultrasound evaluation of variables can help describe the moment in which postpartum uterine involution is completed in alpacas.

Keywords: South American camelids, ultrasound, puerperium

INTRODUCCIÓN

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie doméstica de los camélidos sudamericanos (CSA) de gran importancia para los habitantes de los ecosistemas de altura de la Cordillera de los Andes. Representa una fuente de fibra de alta calidad y en menor medida de carne para el autoconsumo. Esta especie presenta características reproductivas peculiares. A pesar de su largo periodo de gestación (Sumar, 1996), presenta una rápida involución uterina para lograr el objetivo del nacimiento de una cría por año (Davis *et al.*, 1997; Bravo, 2002). Los apareamientos tempranos realizados a los 10 días posparto (DPP) usualmente alcanzan porcentajes mínimos de fertilidad en comparación al intervalo entre los días 20 y 30 DPP (Sumar *et al.*, 1972; Bravo *et al.*, 1995b), lo que sugiere que la involución uterina es completada en ese momento (Brown, 2000) favoreciendo un apareamiento óptimo que garantice una preñez exitosa (Bravo *et al.*, 1995a).

El útero luego del parto debe retornar a un estado similar al de útero no grávido con características anatómicas y funcionales propias de un animal no gestante. Este proceso fisiológico se conoce como involución uterina e implica una reducción del tamaño de órgano y un reordenamiento de los tejidos para lograr y mantener una nueva gestación (Senger, 2003).

En las alpacas, la involución uterina ocurre rápidamente en comparación con otras especies de animales domésticos como los rumiantes. Los estudios de Sumar *et al.* (1972) demostraron que el peso del útero puede disminuir hasta una tercera parte a los 5 días del parto respecto del peso observado inmediatamente después del parto, en tanto que a los 10 días posparto pierde la quinta parte y a los 20 días posparto se reduce al 10% del peso inicial posparto. En el mismo estudio, se reportó una fertilidad de 30% a los 5 DPP y de 70% a 10 DDP. Por otro lado, Loza (2006) destacó que tanto el intercambio epitelial como la reorganización endome-

trial deben completarse entre 23 y 27 días después del parto. Según Bravo *et al.* (1995a), el diámetro del cuerno del lado derecho de la llama (*Lama glama*) alcanza valores normales unos siete días antes que el del lado izquierdo (cuerno grávido) y que la involución uterina se completó a los 21 DPP en el 63% de las hembras evaluadas mediante ecografía.

La descripción de la dinámica de la involución uterina mediante ultrasonido se ha utilizado desde hace años en especies como la llama (Bravo *et al.*, 1995b), oveja (Fernández *et al.*, 2013; Dal *et al.*, 2020), bovino (Rajama-Hendran y Taylor, 1990), perro (Yeager y Concannon, 1990), cerdo (Meile *et al.*, 2020) y humano (Olayemi *et al.*, 2002; Kristoschek *et al.*, 2017). La técnica de ecografía transrectal en modo B muestra una imagen bidimensional en tiempo real y ha sido utilizada con éxito en camélidos sudamericanos (Parraguez *et al.*, 2010). En la actualidad, esta técnica se considera estándar para evaluaciones reproductivas *in vivo* en animales de granja (Parraguez *et al.*, 2010, De Amicis *et al.*, 2021). Además de ser una técnica no invasiva, resulta especialmente útil para detectar patologías reproductivas con gran precisión (Buckrell *et al.*, 1986). Por lo tanto, se espera que esta técnica permita una descripción adecuada de la involución uterina *in vivo* en alpacas. El objetivo del presente estudio fue describir los cambios anatómicos asociados con la involución uterina fisiológica de la alpaca evaluados mediante mediciones ecográficas durante los primeros 30 DPP.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre enero y marzo de 2019 (temporada de parición natural) en la Unidad de Investigación 'La Raya' (4400 msnm), que forma parte de la Estación Experimental Marangani del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Ma-

yor de San Marcos. La estación Marangani se ubica en el distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, en la ecorregión de Suni alta (3750 msnm). Presentó una temperatura ambiental durante el periodo de estudio entre -12 a 18 °C, y humedad relativa de $65 \pm 12\%$. La precipitación anual registrada para el año 2019 fue de 855 mm (SENAMHI, 2022), que se considera típica de la ecorregión de la puna húmeda peruana. Las alpacas se mantuvieron en un sistema convencional de producción extensiva en pastizales nativos dominados por *Calamagrostis eminens*, *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata*.

Se utilizaron 38 alpacas organizadas en tres grupos. El primer grupo compuesto por 14 primíparas (45 ± 2.0 kg; 3-4 años) y el segundo grupo por 16 multíparas (61 ± 5.5 kg; 5-9 años), las cuales fueron evaluadas ecográficamente en intervalos de 3 días desde el día 5 hasta los 30 días DPP. El tercer grupo estuvo conformado por 8 alpacas vacías y se tomó como grupo control (40 DPP) para comparar el estado de involución uterina completo. Este grupo estuvo conformado por 4 primíparas (52 ± 3.5 kg; 3-4 años) y 4 multíparas (55 ± 6.5 kg; 5-9 años), mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo que los dos grupos anteriores.

Las evaluaciones ecográficas transrectales se realizaron con un equipo de ultrasonido Chison EcoVet 6® (China), equipado con un transductor lineal de 7.5 MHz. Se tomaron mediciones para las siguientes variables: diámetro uterino (DU; cm), grosor de la pared uterina (GPU; cm) y área uterina (AU; cm²). Las mediciones del área uterina del cuerno izquierdo (AU; cm²) fueron realizadas congelando la imagen en el mayor diámetro obtenido y utilizando las funciones de configuración de longitud y área del ecógrafo. Estas mediciones se registraron para cada animal y los datos se recopilaban en hojas de cálculo de Microsoft Excel® para realizar posteriormente el análisis estadístico.

Cuadro 1. Estadística descriptiva para el conjunto de datos evaluados de mediciones ecográficas en alpacas, *Vicugna pacos*, primíparas (n=16) y múltiparas (n=14) desde el parto hasta los 30 días posparto (DPP)

| | n | Media | DE | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------|----|-------|-------|--------|--------|
| Primíparas | | | | | |
| Diámetro uterino (cm) | 27 | 3.50 | 0.925 | 1.54 | 5.33 |
| Grosor pared uterina (cm) | 27 | 0.77 | 0.381 | 0.26 | 1.92 |
| Área uterina (cm ²) | 26 | 13.5 | 3.967 | 6.57 | 24.8 |
| Múltiparas | | | | | |
| Diámetro uterino (cm) | 45 | 3.87 | 1.029 | 1.27 | 5.93 |
| Grosor pared uterina (cm) | 45 | 0.81 | 0.237 | 0.35 | 1.42 |
| Área uterina (cm ²) | 45 | 16.6 | 4.703 | 7.56 | 25.2 |

Las hembras fueron manejadas en un brete para inmovilizarlas manualmente. Se trabajó en condiciones de sombra mientras se realizaban los exámenes ecográficos. La terminología de ultrasonido utilizada en el presente estudio está de acuerdo con las definiciones estándar de Van Den Bosch *et al.* (2015).

La base de datos para los grupos de estudio de primíparas y múltiparas comprendió 72 mediciones ecográficas en las que se evaluaron las tres variables de interés: DU, GPU y AU. Para el análisis de tendencias temporales, se agruparon los valores para cada uno de los DPP evaluados: 5, 10, 15, 20, 25 y 30 (± 2 días, respectivamente). El conjunto general de observaciones para estos dos grupos, así como las mediciones de las variables ecográficas a los 40 DPP para el grupo control son presentadas como estadística descriptiva.

El efecto de DPP sobre las mediciones ecográficas de involución uterina se evaluó mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el siguiente modelo estadístico: $y_{ij} = \mu + D_i + \varepsilon_{ij}$, donde y_{ijk} = observación j en del efecto D (días postparto; DPP); μ = media general; D_i = efecto fijo de DPP; ε_{ijk} = error aleatorio con media 0 y varianza σ^2 . Se utilizó la prueba de comparación de medias

de Tukey para detectar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medias de DPP dentro de cada uno de los grupos de estudio (primíparas y múltiparas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estadística descriptiva de las mediciones ecográficas (72 observaciones) en las alpacas primíparas y múltiparas se presenta en el Cuadro 1. Las tendencias temporales para cada parámetro de involución uterina se presentan en la Figura 1.

El equipo ecográfico permitió observar cada cuerno uterino a partir del cuarto día posparto, pues las dimensiones de los cuernos uterinos en los días previos (1-4 DPP) superaron el campo de observación del ecógrafo. Los cuernos uterinos se observaron curvados, disminuyendo progresivamente en DU conforme avanzaba el puerperio, posiblemente debido al aumento del tono uterino provocado por el aumento de estrógenos (Adams *et al.*, 1989) a nivel uterino y la reanudación de la actividad ovárica posparto (Bravo *et al.*, 1995a). Los hallazgos concuerdan en términos generales con las observaciones realizadas en burras por De Amicis *et al.* (2021), quienes indican que no fue posible

Involución uterina en alpacas

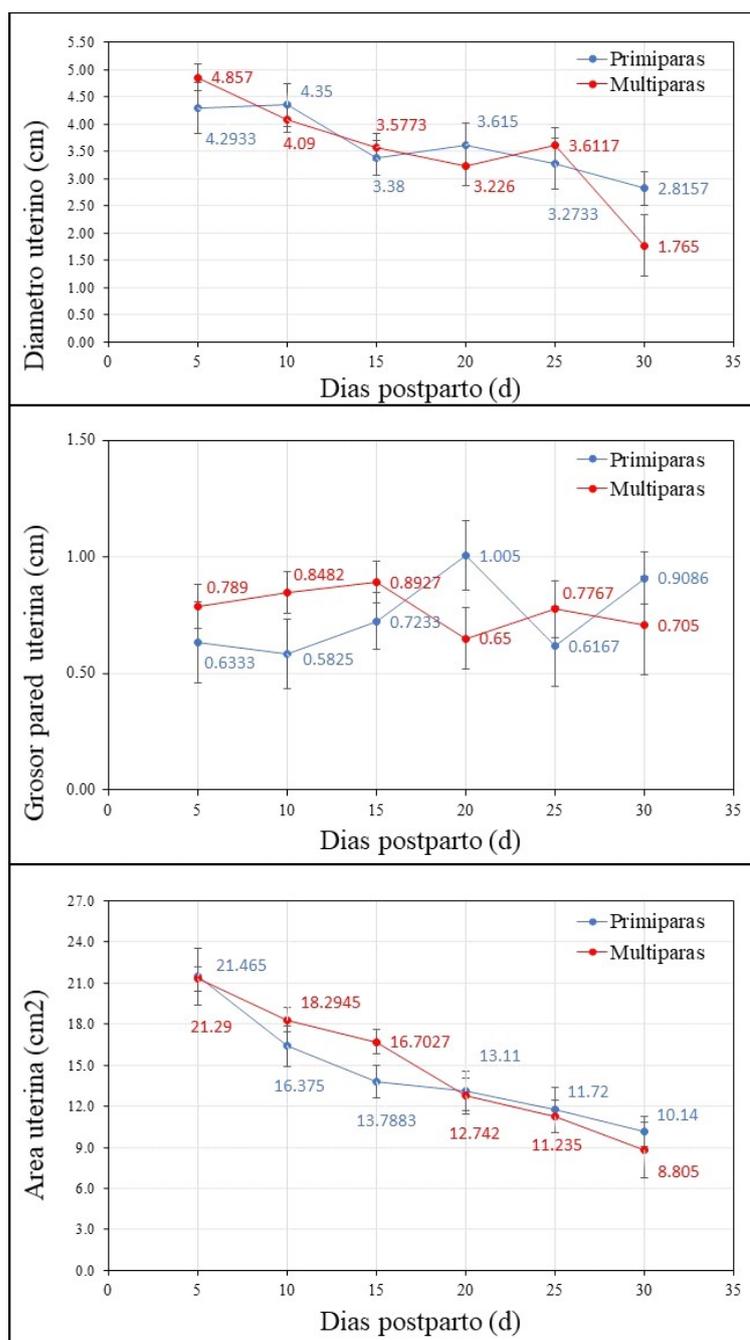


Figura 1. Curvas de involución uterina de alpacas, *Vicugna pacos*, primíparas y múltiparas criadas en condiciones de la puna húmeda del Perú: A. Diámetro uterino (cm); B. Grosor de la pared uterina (cm); C. Área uterina (cm²)

registrar mediciones precisas del DU de los cuernos uterinos entre el día 1 y 3 después del parto. La presencia de líquido observada a través del ecógrafo puede confundirse con

procesos patológicos como la piómetra o endometritis supurativa (Tibary *et al.*, 2006), pero también podría tratarse de los loquios normales del periodo postparto.

Cuadro 2. Mediciones ecográficas realizadas en alpacas, *Vicugna pacos*, no grávidas (n = 8) del grupo control alrededor de los 40 del posparto (DPP)

| | Diámetro uterino (cm) | Grosor pared uterina (cm) | Área uterina (cm ²) |
|------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Primíparas (n=4) | | | |
| 1 | 2.02 | 0.33 | 7.66 |
| 2 | 2.04 | 0.63 | 4.07 |
| 3 | 2.49 | 0.94 | 5.95 |
| 4 | 2.80 | 0.63 | 8.91 |
| Media ± DE | 2.30 ^a ± 0.38 | 0.63 ^a ± 0.25 | 6.49 ^a ± 3.42 |
| Multíparas (n=4) | | | |
| 1 | 2.67 | 0.64 | 8.12 |
| 2 | 2.27 | 0.59 | 8.13 |
| 3 | 2.60 | 0.47 | 9.61 |
| 4 | 2.90 | 0.86 | 9.94 |
| Media ± DE | 2.61 ^b ± 0.26 | 0.64 ^a ± 0.16 | 8.95 ^b ± 0.96 |

^{a,b} Letras diferentes entre medias para cada medición ecográfica denotan diferencia estadística (p<0.05)

El efecto de DPP fue significativo (p<0.01) tanto para DU como AU en multíparas, mientras que AU solo lo fue para las primíparas (p<0.01). Las primíparas disminuyeron progresivamente el DU hasta los 15 DPP (3.38 ± 1.14 cm). En multíparas, el valor medio para DU fue ligeramente menor y ocurrió alrededor de los 20 DPP (3.23 ± 1.30 cm). Ambos grupos exhibieron un ligero incremento y luego una disminución final en esta variable, posiblemente debido al reinicio de la actividad hormonal ovárica (Bravo *et al.*, 1995a). La reducción acelerada del DU en multíparas en comparación con primíparas se ha reportado en vacas (Lin *et al.*, 2021) y humanos (Olayemi *et al.*, 2002; Paliulyte *et al.*, 2017).

Estudios previos sugieren que existe una variación considerable entre hembras en el tamaño y la ecotextura del tracto reproductivo a pesar de la edad y el número de partos (Parraguez *et al.*, 2010), como ha sido descrito en vacas (Young *et al.*, 2017). Los coeficientes de variación (CV, %) para DU a los 15 y 20 DPP soportan esta afirmación al

ser bastante altos. Por otro lado, la involución uterina es generalmente rápida en los camélidos debido a la naturaleza difusa de la placentación, que no provoca una gran pérdida de tejido uterino (Tibary y Anohuassi, 1996).

En el presente estudio, el tamaño de DU hacia los 30 DPP fue similar al diámetro de alpacas observado para el grupo control a los 40 DPP (Cuadro 2). Derar *et al.* (2014) mencionan que la involución uterina en los dromedarios es rápida y ocurre entre los 3 a 17 DPP, en tanto que Fernández *et al.* (2013) reportaron involución uterina completada en ovejas hacia el día 16 DPP. Las razones de la rápida involución uterina en los camélidos probablemente estén relacionadas con su tipo de placenta, epiteliocorial difusa (Fowler, 2010). En las yeguas, el útero posparto alcanza un DU similar al útero no grávido a los 21 días (Katila y Reilas, 2001). Al respecto, es importante mencionar que los equinos comparten características similares con los CSA, tales como el tipo de placenta y la duración de la gestación (Senger, 2003; Tibary *et al.*, 2008).

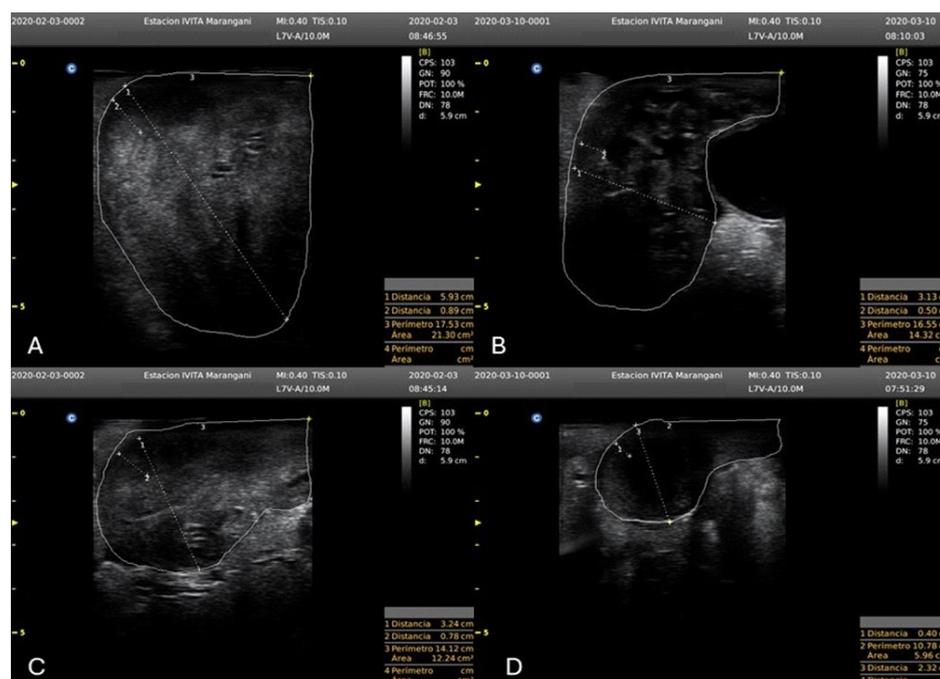


Figura 2. Imágenes ecográficas de la involución uterina posparto de alpacas criadas en Puna Húmeda (Perú) a los 5 (A), 15 (B) y 23 (C) días posparto (DPP) y de hembra múltipara vacía del grupo control (D) a los 40 DPP

Las imágenes ecográficas (Figura 2) mostraron una forma semicurvada e hiperecogénica homogénea, las mismas que representan características típicas de los cuernos uterinos durante la fase folicular como lo describen Parraguéz *et al.* (2010) y Rodríguez *et al.* (2014). La presencia de líquido intrauterino (loquios) fue observada hasta el 18 DPP siendo imperceptible en evaluaciones posteriores. Este es un signo claro del final de la involución uterina posparto, tal como se ha documentado en ovejas (Fernández *et al.*, 2013; Dal *et al.*, 2020) y en yeguas (Falomo *et al.*, 2020).

Por otro lado, Deza (2019) reportó un DU mayor para el cuerno izquierdo frente al derecho (1.79 y 1.60 cm, respectivamente) en alpacas a los 29 DPP, promedios inferiores a los encontrados en el presente trabajo al final de la involución uterina. Asimismo, en una descripción anatómica *post mortem* en

alpacas, Loza (2006) menciona que el DU para el cuerno grávido (izquierdo) disminuyó de 4.10 cm (día 4 posparto) hasta 1.35 cm (día 30 posparto) siendo estos valores ligeramente inferiores a los encontrados en el presente estudio, tanto en primíparas como en múltiparas, diferencias que podrían atribuirse a la pérdida del tono muscular *post mortem* en los órganos estudiados.

El GPU del grupo control fue de 0.63 cm y 0.64 cm para primíparas y múltiparas, respectivamente, valor similar reportado por Guerra *et al.* (2020) para alpacas adultas con registros de fertilidad disponibles. De otro lado, el GPU varió entre 0.63 y 0.79 cm (día 5 posparto) y 0.91 y 0.71 cm (día 30 posparto) para primíparas y múltiparas, respectivamente, valores inferiores a los informados por Deza (2019) de 1.12 y 1.03 cm para el cuerno uterino izquierdo y derecho, respectivamente.

El GPU determinado por ecografía depende del grosor de la mucosa uterina (Parraguez *et al.*, 2010), donde el cuerno grávido muestra una pared más delgada con una reducción del estroma (Olivera y Bevilacqua, 2014) en comparación con las hembras no gestantes. Estos eventos fisiológicos son impulsados por el entorno hormonal y la dominancia estrogénica posparto (Gray *et al.*, 2001). Aba *et al.* (1998) también observaron en esta etapa un aumento del GPU en llamas. En el presente estudio se observó un aspecto isoecogénico, contrario al reportado en una descripción endometrial en perros donde se apreció una estructura hiperecogénica (Yeager y Concannon, 1990). La ecotextura observada coincide a reportes previos donde se indica un incremento de la ecogenicidad por el efecto de los estrógenos al reiniciar la actividad folicular en el periodo posparto (Adams *et al.*, 1989; Adams, 2007).

En el estudio con llamas de Bravo *et al.* (1995a) se observó un incremento del grosor uterino al día 8 DPP (1.12 cm), que coincide con la aparición del primer folículo dominante como signo evidente del reinicio de la actividad ovárica posparto (Aba *et al.*, 1998; Adams, 2007). A medida que avanza la involución uterina y se completa el intercambio epitelial hasta el día 30 DPP, existe un incremento gradual en el grosor de la mucosa uterina, el desarrollo de las glándulas endometriales y un aumento de la vascularización y grosor del estroma uterino en alpacas (Loza, 2006). En las yeguas, el GPU varía según el segmento uterino muestreado debido a las diferencias en la densidad de las glándulas endometriales presentes (Hanada *et al.*, 2012).

El área del cuerno uterino no es una variable comúnmente medida en evaluaciones ecográficas en animales domésticos, por tanto, no se encontró información al respecto. A pesar de que no hubo diferencias significativas originadas por el número de partos (primíparas vs múltiparas), la tendencia encontrada (Figura 1C) indica un comportamien-

to más acorde a lo esperado del puerperio fisiológico normal, con respecto a lo observado para DU y GPU. Además, esta presenta una menor variabilidad entre las mediciones desde el parto hasta los 30 DPP. Teniendo en cuenta lo anterior, esta medición debería incorporarse a las evaluaciones ecográficas de rutina en alpacas. En humanos se ha descrito una reducción progresiva del área uterina desde el día 1 hasta el día 22 posparto, sin diferencias entre partos (Van Rees *et al.*, 1981). El área uterina se relaciona con el volumen uterino, el cual, en el presente estudio disminuyó gradualmente hasta el día 30 DPP. Por otro lado, Loza (2006) observó que el volumen uterino posparto alcanzó su mínimo valor a los 20 días DPP, posiblemente debido a la pérdida del tono muscular del útero *post mortem* en dicho estudio.

La técnica de ultrasonido modo B permitió realizar el seguimiento de la involución uterina en alpacas mediante la evaluación de la ecogenicidad uterina y las mediciones de DU y GPU como se ha descrito en otras especies de animales de granja (Meile *et al.*, 2020). Las mediciones del área uterina brindan información valiosa sobre la reducción del tamaño del cuerno uterino después del parto y esta evaluación es posible realizarla cuando el dispositivo de ultrasonido está equipado con la función de medición de área.

CONCLUSIONES

- La técnica de ultrasonido modo B es una herramienta útil para monitorear la involución uterina posparto en alpacas.
- El diámetro uterino (DU) posparto en la alpaca alcanza el tamaño no grávido después del día 20 del parto.
- La presencia de líquido intrauterino se observó hasta el día 18 posparto.
- El grosor de la pared uterina (GPU) mostró gran variación durante el posparto y no fue afectado por los días posparto.

- El área uterina (AU) disminuyó gradualmente durante el posparto y mostró una baja variabilidad en comparación con DU y GPU. Por lo tanto, se sugiere incluir esta variable en el seguimiento ecográfico rutinario de la reproducción en alpacas.

Agradecimientos

Los autores reconocen el apoyo financiero del Proyecto CONCYTEC – Banco Mundial «Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica» 8682-PE, a través de su unidad ejecutora PROCIENCIA (Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados – Contrato 027-2019-FONDECYT – BM – INC – INV.

LITERATURA CITADA

1. **Aba MA, Sumar J, Kindahl H, Fosberg M, Edqvist LE. 1998.** Plasma concentrations of 15-ketodihydro-PGF_{2α}, progesterone, oestrone sulphate, oestradiol-17β and cortisol during late gestation, parturition and the early postpartum period in llamas and alpacas. *Anim Reprod Sci* 50: 111-121.
2. **Adams GP, Griffin PG, Ginther OJ. 1989.** *In situ* morphologic dynamics of ovaries, uterus and cervix in llamas. *Biol Reprod* 41: 551-558.
3. **Addams GP. 2007.** Theriogenology in llamas and alpacas. *Large Animal Veterinary Rounds* 7(10): 1-6.
4. **Bravo PW. 2002.** The reproductive process of South American camelids. Salt Lake City, UT. USA: Seagull Printing. 39 p.
5. **Bravo PW, Lasley BL, Fowler ME. 1995a.** Resumption of ovarian follicular activity and uterine involution in the postpartum llama. *Theriogenology* 44: 783-791. doi: 10.1016/0093-691x(95)-00265-a
6. **Bravo PW, Pezo D, Alarcon V. 1995b.** Evaluation of early reproductive performance in the postpartum alpaca measured by progesterone concentrations. *Anim Reprod Sci* 39: 71-77. doi: 10.1016/0378-4320(94)01374-U
7. **Brown BW. 2000.** A review on reproduction in South American camelids. *Anim Reprod Sci* 58: 159-165. doi: 10.1016/S0378-4320(99)00081-0
8. **Buckrell BC, Bonnett BN, Johnson WH. 1986.** The use of real-time ultrasound rectally for early pregnancy diagnosis in sheep. *Theriogenology* 25: 665-673. doi: 10.1016/0093-691X(86)-90124-X
9. **Dal GE, Enginler SO, Cetin AC, Baykal K, Sabuncu A. 2020.** B-mode and doppler ultrasonographic assessment of uterine involution in ewes treated with two different doses of prostaglandin F_{2α}. *Acta Sci Vet* 48: 1765. doi: 10.22456/1679-9216.105041
10. **Davis GH, Dodds KG, Moore GH, Bruce GD. 1997.** Seasonal effects on gestation length and birth weight in alpacas. *Anim Reprod Sci* 46: 297-303. doi: 10.1016/S0378-4320(96)01611-9
11. **De Amicis I, Fusi J, Marruchela G, Zedda MT, Mazzatenta A, Robbe D, Carluccio A. 2021.** Postpartum uterine involution in Martina Franca jennies. *Animals* 11: 2762. doi: 10.3390/ani1111-02762
12. **Derar R, Ali A, Al-Sobayil FA. 2014.** The postpartum period in dromedary camels: uterine involution, ovarian activity, hormonal changes, and response to GnRH treatment. *Anim Reprod Sci* 151: 186-193. doi: 10.1016/j.anireprosci.-2014.10.024
13. **Deza HW. 2019.** Evaluación de la salud uterina por citología endometrial y ultrasonografía en el posparto y su relación con la concepción en alpacas. *Rev Inv Vet Perú* 30: 1619-1628. doi: 10.15381/rivep.v30i4.15549
14. **Falomo ME, Del Re B, Rossi M, Giaretta E, Da Dalt L, Gabai G. 2020.** Relationship between postpartum uterine

- involution and biomarkers of inflammation and oxidative stress in clinically healthy mares. *Heliyon* 6: e03691. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.-e03691
15. **Fernandez CE, Cigerza CF, Pinto GDS, Miazi C, Barbosa-Ferreira M, Martins CF. 2013.** Parturition characteristics and uterine involution in native sheep from Brazilian pantanal. *Ci Anim Bras Goiânia* 14: 245-252. doi: 10.5216/cab.v14i2.17926
 16. **Fowler WE. 2010.** Medicine and surgery of camelids. 2012. 3rd ed. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing. 630 p.
 17. **Gray CA, Bartol FF, Tarleton BJ, Wiley AA, Johnson GA, Bazer FW, Spencer TE. 2001.** Developmental biology of uterine glands. *Biol Reprod*. 65:1311-1323. doi: 10.1095/biolreprod-65.5.1311
 18. **Guerra UH, Durand GP, Mamani LL, Villegas VC, Sucari RM, Chuchi EC, Butron OO, et al. 2020.** Evaluación de subfertilidad y fertilidad en alpacas adultas y tuis mediante ultrasonografía, citología endometrial y aislamiento bacteriano. *Spermova* 10: 57-62. doi: 10.18548/asp/0008.09
 19. **Hanada M, Maeda Y, Oikawa MA. 2012.** Equine endometrial gland density and endometrial thickness vary among sampling sites in thoroughbred mares. *J Equine Sci* 23: 35-40. doi: 10.1294/jes.23.35
 20. **Katila T, Reilas T. 2001.** The post-partum mare. *Pferdeheilkunde* 17: 623-626.
 21. **Kristoschek JH, Moreira de Sá RA, Campos de Silva F, Vellarde GC. 2017.** Ultrasonographic evaluation of uterine involution in the early puerperium. *Rev Bras Ginecol Obstet* 39: 149-154. doi: 10.1055/s-0037-1601418
 22. **Lin Y, Yang H, Ahmad MJ, Yang Y, Yang W, Riaz H, Abulaiti A, et al. 2021.** Postpartum uterine involution and embryonic development pattern in Chinese Holstein dairy cows. *Front Vet Sci* 7: 604729. doi: 10.3389/fvets.2020.-604729
 23. **Loza AE. 2006.** Estudio macro-microscópico de la involución uterina post parto en alpacas. *REDVET* 7(7). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617138009>
 24. **Meile A, Nathues H, Kauffold J, Grahofner A. 2020.** Ultrasonographic examination of postpartum uterine involution in sows. *Anim Reprod Sci* 219: 106540. doi: 10.1016/j.anireprosci.-2020.106540
 25. **Olayemi O, Omigbodun AA, Obajimi MO, Odukogbe AA, Agunloye AM, Aimakhu CO, Okunlola MA. 2002.** Ultrasound assessment of the effect of parity on postpartum uterine involution. *J Obstet Gynaecol* 22: 381-384. doi: 10.1080/01443610220141317
 26. **Olivera LV, Bevilacqua E. 2014.** Interacción trofoblasto-epitelio uterino en la formación de la placenta epiteliocorial, en alpaca. *Rev Investig Altoandin* 16: 17-24.
 27. **Paliulyte V, Drasutiene GS, Ramasauskaite D, Bartkeviciene D, Zakareviciene J, Kurmanavicius J. 2017.** Physiological uterine involution in primiparous and multiparous women: ultrasound study. *Obstet Ginecol Int J* 2017: 6739345. doi: 10.1155/2017/6739345.
 28. **Parraguéz VH, Adams G, Ratto M, Raggi LA. 2010.** Camelids. In: Practical atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography. Ames, Iowa, USA: Willey-Blackwell. p 211-223.
 29. **Rajamahendran R, Taylor C. 1990.** Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. *Anim. Reprod. Sci.*, 22: 171-180. doi: 10.1016/0378-4320(90)90058-N
 30. **Rodriguez J, Pearson L, Tibary A. 2014.** Clinical examination of the female reproductive function. In: Llama and alpaca care. Canada: Saunders Elsevier. 789 p.
 31. **SENAMHI. Servicio nacional de meteorología e hidrología. 2022.** [Internet]. Disponible en: <https://www.gob.pe/senamhi>

32. **Senger PL. 2003.** Pathways to pregnancy and parturition. 2nd Rev ed. Washington, USA: 373 p.
33. **Sumar J. 1996.** Reproduction in llamas and alpacas. Anim Reprod Sci 42: 405-415. doi: 10.1016/0378-4320(96)01538-2
34. **Sumar J, Novoa C, Fernández-Baca S. 1972.** Fisiología reproductiva postpartum en la alpaca. Rev. Inv. Pec 1: 21-27.
35. **Tibary A, Anouassi A. 1996.** Ultrasonographic changes of the reproductive tract in the female 393 camel (*Camelus dromedarius*) during the follicular cycle and pregnancy. J Camel Pract Res 3: 71-90.
36. **Tibary A, Fite C, Anouassi A, Sghiri A. 2006.** Infectious causes of reproductive loss in camelids. Theriogenology 66: 633-647. doi: 10.1016/j.theriogenology.-2006.04.008
37. **Tibary A, Rodriguez J, Sandoval S. 2008.** Reproductive emergencies in camelids. Theriogenology 70: 515-534. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.-04.024
38. **Van Den Bosch T, Dueholm M, Leone FPG, Valentin L, Rasmussen CK, Votino A, Van Schoubroeck D, et al. 2015.** Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the morphological uterus sonographic assessment (MUSA) group. Ultrasound Obst Gyn 46: 284-298. doi: 10.1002/uog.14806
39. **Van Rees D, Bernstine RL, Crawford W. 1981.** Involution of the postpartum uterus: an ultrasonic study. J Clin Ultrasound 95: 55-57. doi: 10.1002/jcu.18700-90203
40. **Yeager AE, Concannon PW. 1990.** Serial ultrasonographic appearance of postpartum uterine involution in Beagle dogs. Theriogenology 34: 523-535. doi: 10.1016/0093-691x(90)90009-i
41. **Young CD, Schrick FN, Pohler KG, Saxton AM, Di Croice FA, Roper DA, Wilkerson JB, et al. 2017.** Short communication: a reproductive tract scoring system to manage fertility in lactating dairy cows. J Dairy Sci 100: 5922-5927. doi: 10.3168/jds.2016-12288