

Caracterización ultrasonográfica modo-B y Doppler del cuerpo lúteo en llamas

Characterization ultrasonographic B-mode and Doppler of the corpus luteum in llamas

Perez Guerra Uri Harold^{1*} , Bustamante Quispe Carlos Washington¹ , Luque Mamani Natalio² ,
Huayta Arizaca Rito Felipe³ , Condori Chuchi Eloy Amador² , Catacora Flores Nubia Lilia⁴ ,
Pérez Durand Manuel Guido¹

Datos del Artículo

¹Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Reproducción Animal.
Av. Panamá No 710, Puno, Perú.
Tel: +051-599430.

²Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla.

Laboratorio de Sanidad Animal.
Distrito de Umachiri, Provincia de Melgar.
Tel: +051-599430.

³Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Escuela de Post Grado.
Doctorado en Ciencia Animal.
Av. Floral No 1153, Puno, Perú
Tel: +051-599430.

⁴Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla.

Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción.
Distrito de Umachiri, Provincia de Melgar.
Tel: +051-599430.

*Dirección de contacto:

Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Reproducción Animal.
Av. Panamá No 710, Puno, Perú.
Tel: +051-599430.

Uri Harold Perez Guerra

E-mail address: uperez@unap.edu.pe

Palabras clave:

Cuerpo lúteo,
Doppler,
llama,
morfometría,
preñez,
ultrasonografía.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2021; 8(1):3-11.

ID del artículo: [083/JSAAS/2020](https://doi.org/10.21791/JSAAS.2020.083)

Historial del artículo.

Recibido septiembre 2020.
Devuelto noviembre 2020.
Aceptado enero 2021.
Disponible en línea, abril 2021.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Resumen

La ultrasonografía modo B y Doppler en los rumiantes, como técnica ha permitido establecer nuevos conceptos sobre la fisiología reproductiva de las hembras, a través del estudio de la dinámica folicular y morfometría del cuerpo lúteo, por tanto, el objetivo fue caracterizar mediante ultrasonografía modo B y Doppler el cuerpo lúteo en llamas receptoras. Se utilizaron 37 llamas como receptoras (27 para ultrasonografía modo B y 10 Doppler) que fueron sincronizadas aplicando acetato de buserelina 0.0096 mg, nueve días posteriores se aplicó 0.048 mg de análogo de prostaglandina F2 α , a los dos días posteriores se aplicó la segunda dosis de acetato de buserelina en la misma dosis para garantizar la ovulación y posterior formación del cuerpo lúteo, la evaluación en modo B de la morfometría consistió en observar la ecotextura, área, diámetro y volumen del cuerpo lúteo con el uso de un equipo ultrasonógrafo SonoStar SS-8[®] a 6.5 MHz de frecuencia y 6 cm de profundidad equipado con un transductor lineal transrectal; con la misma técnica con un equipo Draminski 4Vet[®] Doppler se determinó el porcentaje de área luteal de vascularización (% AVL). Los datos fueron sometidos a un análisis descriptivo siendo de 0.119 \pm 0.032 cm² de área, 12.7 \pm 1.7 mm de diámetro y 0.84 \pm 0.32 cm³ de volumen de CL, para determinar la relación entre medidas métricas se utilizó la correlación de Pearson observando una relación positiva entre área/diámetro de 0.7506, área/volumen de 0.9289 y diámetro/volumen de 0.6602, observando una correlación alta positiva entre área y volumen, finalmente las características de % AVL fue de 34.97 para los CL de llamas receptoras. En conclusión, las características morfométricas evaluadas en modo B (área, diámetro y volumen) tienen una correlación positiva y el % AVL podría aplicarse como herramienta en el manejo reproductivo eficiente para la selección de receptoras en camélidos, entendiendo que es uno de los primeros reportes de estas características en llamas.

2021. Journal of the Selva Andina Animal Science[®]. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

Mode B and Doppler ultrasonography in ruminants, as a technique, has allowed establishing new concepts on the reproductive physiology of females, through the study of follicular dynamics and morphometry of the corpus luteum, therefore, the objective was to characterize using mode B ultrasound and Doppler the corpus luteum in recipients' llamas. 37 llamas were used as recipients (27 for mode B and 10 Doppler ultrasound) that were synchronized by applying buserelin acetate 0.0096 mg, nine days later 0.048 mg of Prostaglandin F2 α analog was applied, two days later the second dose of buserelin acetate in the same dose to a ovulation and subsequent formation of the corpus luteum, The B-mode evaluation of the morphometry consisted of observing the ecotexture, area, diameter and volume of the corpus luteum with the use of a SonoStar SS-8[®] ultrasound machine at 6.5 MHz frequency and 6 cm depth equipped with a transrectal linear transducer, with the same technique with a Draminski 4Vet[®] Doppler device, the percentage of luteal area of vascularization (% AVL) was determined. The data were subjected to a descriptive analysis, being 0.119 \pm 0.032 cm² in area, 12.7 \pm 1.7 mm in diameter and 0.84 \pm 0.32 cm³ in volumen of CL, to determine the relationship between metric measurements the Pearson correlation was used observing a positive relationship between area/diameter of 0.7506, area/volume of 0.9289 and diameter/volume of



Keywords:

Corpus luteum,
Doppler,
llama,
morphometric,
pregnancy,
ultrasonography.

0.6602, observing a high positive correlation between area and volume, finally, the characteristics of % AVL was 34.97 for the CLs of recipients llamas. In conclusion, the morphometric characteristics evaluated in mode B (area, diameter, and volume) have a positive correlation and the % AVL could be applied as a tool in efficient reproductive management for the selection of receptors in camelids, understanding that it is one of the first reports of these characteristics in llamas.

2021. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

El manejo reproductivo eficiente y uso de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA) y transferencia de embriones (TE) precisan del entendimiento de la dinámica folicular que gobierna la actividad ovárica¹. Varios estudios existen sobre la dinámica folicular en camélidos sudamericanos (CSA) caracterizando una onda continua y superpuesta con ovulación inducida²⁻⁴. La detección de cuerpo lúteo (CL) mediante palpación rectal por expertos posee un valor predictivo positivo de solo 64 %, incluso confundiendo entre folículos y CL, mientras que la ultrasonografía (US) permite identificar al CL con una eficiencia del 85 %^{5,6}.

La amplia disponibilidad de la US ha facilitado el avance continuo del conocimiento de los cambios fisiológicos y características del CL durante el ciclo estral en vacunos⁷. El CL a través de la producción de la progesterona (P₄), desempeña un papel clave en el establecimiento y mantenimiento de la preñez en todos los animales domésticos⁸ incluyendo los camélidos, con más razón dentro de programas de TE para la selección de hembras receptoras⁹⁻¹¹. La US permite evaluar características morfométricas ováricas como son los folículos, CL entre otros.

Estudios con US evaluando el CL permiten determinar el estado reproductivo en vacunos, monitorear su dinámica, formación, desarrollo y regresión de esta estructura¹². La imagen de ultrasonido del CL es uniforme, circunscrita y menos ecogénica que el estroma ovárico, la intensidad de ondas de sonido

que retornan reflejadas por la escala de grises generada en la imagen puede utilizarse para la evaluación de ecogenicidad y ecotextura, características que se usan como una medida potencial para predecir función del CL y capacidad esteroidogénica^{13,14}.

Los estudios fisiológicos y morfométricos en reproducción evaluada con US Doppler del CL en humanos reporta correlación positiva entre el índice de perfusión sanguínea del CL y concentraciones de progesterona en embarazos precoces, entonces en vacunos y camélidos también podría predecir la preñez temprana, abriendo nuevos conocimientos más aún si se incluye factores como la altitud sobre la fisiología de los animales domésticos en estas condiciones ambientales, suponiendo ligeras variaciones comparando con estudios realizados en otras altitudes¹⁵⁻¹⁷, por esta razón es necesario utilizar la US en el estudio de la fisiología reproductiva en animales domésticos que habitan la Sierra del Perú, por tal motivo el objetivo del presente estudio fue caracterizar mediante ultrasonografía modo B y Doppler el cuerpo lúteo en llamas receptoras.

Materiales y métodos

Animales. Se seleccionaron un total de 37 llamas receptoras de un programa de transferencia de embriones para la evaluación ultrasonográfica B-mode y 10 de ellas para la evaluación Doppler (debido a la complejidad y tiempo que toma el estudio Doppler), las

llamas tuvieron al menos un parto, mayor a 15 días post parto (llamas vacías), con condición corporal de 3.44 de una escala de 1 a 5¹⁸, alimentadas con pastos naturales, el estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción (CIP) “La Raya” de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP) ubicado a 4230 msnm.

Sincronización de la onda e inducción de ovulación en receptoras. Para la sincronización se realizó aplicando el día “0” GnRH (acetato de buserelina: 0.0096 mg: Gestar® - Over - Argentina) y a los “9” días posteriores se aplicó un análogo de prostaglandina F2α (PGF: 0.048 mg: Cloprostenol: Prostal® Over - Argentina), dos días posteriores (día 11) se aplicó una segunda dosis de análogo de GnRH (acetato de buserelina: 0.0096 mg: Gestar® - Over - Argentina) para asegurar la ovulación y formación del CL, finalmente la evaluación ultrasonográfica se realizó el día 18 de iniciado el tratamiento¹⁹.

Evaluación ultrasonográfica de la morfometría del CL. La evaluación de la morfometría en modo B consistió en tomar características como: área, volumen y diámetro con un equipo ultrasonográfico SonoStar SS-8® (SonoStar Technologies, China) con 6.5 MHz de frecuencia y 6 cm de profundidad equipado con un transductor lineal transrectal, el CL se ubicó mediante el equipo de US (SonoStar SS-8®) en modo 2B para captar mediante su opción *freeze* dos imágenes y evaluar sus características tal como se describe a continuación: i) *Volumen del CL.* Se tomó 3 diámetros sobre el CL ubicando los calipers (calibradores electrónicos del software del US) en el límite entre el tejido luteal y estroma ovárico a evaluar e inmediatamente el *software* veterinario propio del equipo US (SonoStar SS-8®) nos permitió visualizar el volumen del CL en cm³ (figura 1). ii) *Área del CL.* se tomó la opción de *área circular* por las características del CL, se colocó los calipers en el límite entre el tejido luteal y estroma ovárico luego se realizó la maniobra

de abrir esta área circular la misma que nos permitió obtener el área del CL en cm². iii) *Diámetro del CL.* se colocó los calipers entre el tejido luteal y estroma ovárico visualizado lo que permitió obtener el diámetro del CL en mm.

La evaluación de la *morfometría ultrasonográfica Doppler* consistió en determinar el área de vascularización luteal (AVL %) con un equipo US Draminski 4Vet® (Draminski ul. Owocowa 17, Polonia) con 6.5 MHz de frecuencia y 6 cm de profundidad equipado con un transductor lineal transrectal, el CL se ubicó en modo B seguidamente se activó el modo Doppler Color para determinar la actividad vascular del CL, las imágenes fueron almacenadas y analizadas en el programa Image J® determinando el AVL en porcentaje mediante la siguiente fórmula²⁰:

$$\text{Área de vascularización luteal (AVL: \%)} = \frac{\text{Área de vascularización luteal}}{\text{Área del CL}} \times 100$$

Análisis estadístico. Las características morfométricas en modo B y Doppler al ser un estudio de caracterización y uno de los primeros reportes se determinó mediante estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) de volumen, área, diámetro y AVL (%), específicamente las características de modo B fueron sometidos a la correlación de Pearson para determinar su grado de asociación, todos los datos fueron procesados mediante el programa estadístico R versión 3.5.1²¹.

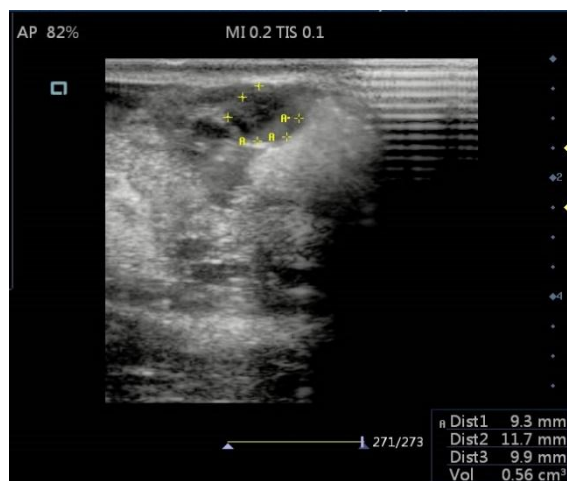
Resultados

Tabla 1 Características morfométricas del CL (área, diámetro y volumen: promedio y desviación estándar respectivamente) de llamas en modo B

	N	CL B-Mode
Área (cm ²)	37	0.119 ± 0.032
Diámetro (mm)	37	12.7 ± 1.7
Volumen (cm ³)	37	0.84 ± 0.32

La *ecotextura del CL* en llamas es hipocogénico (más oscuro) comparado con el estroma ovárico debido a su mayor vascularización. La característica más importante del CL en llamas es no estar embebido en el ovario por el contrario parece notarse a manera de un apéndice del ovario. La tabla 1 muestra las características métricas (área, diámetro y volumen) de los CLs evaluados mediante US modo B en llamas.

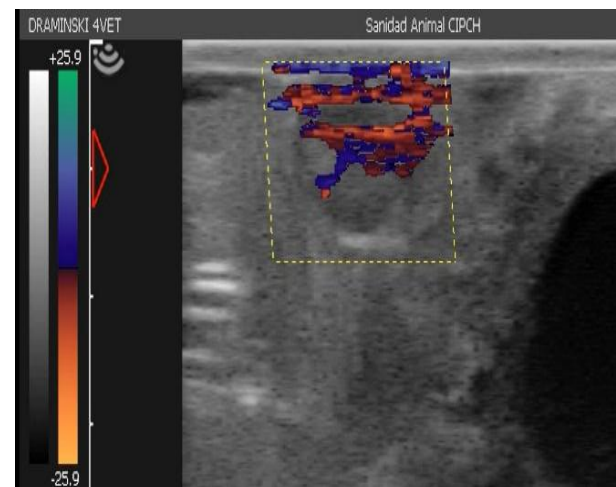
Figura 1 Evaluación ultrasonográfica de las características morfométricas y ecotextura del CL de llamas receptoras en modo B



En todas las características evaluadas se observó una correlación positiva siendo entre área/diámetro de 0.7506, área/volumen de 0.9289 y diámetro /volumen de 0.6602, observando entre el área y volumen una alta correlación positiva siendo de 0.9289 (92.89 %), la asociación significativa entre área y volumen del CL permitiría tomar solo una de estas características en posteriores evaluaciones ultrasonográficas de CL en llamas, los coeficientes de variación de las características evaluadas fueron para área de 26.9 %, para diámetro 13.4 % y volumen de 38.1 % observando una menor variabilidad en la determinación del diámetro de CL, las características morfométricas por US son como se muestra en la figura 1.

La figura 2 muestra el AVL determinado en porcentaje la proporción de flujo sanguíneo que irriga al CL al momento de la evaluación (7 días post aplicación de la GnRH) siendo en promedio de 34.97 % del total de área de los CL evaluados, cabe mencionar que la coloración roja de la imagen corresponde a la vascularización arterial mientras que el color azul corresponde a la vascularización venosa que en posteriores estudios se podría especificar.

Figura 2 Evaluación ultrasonográfica de las características Doppler del CL de llamas receptoras



Discusión

La *ecotextura* del CL de llamas receptoras efectivamente muestran ser estructuras uniformes, circunscritas, hipocogénicas y homogéneas (figura 1), debido a que su estroma ovárico guarda relación con el proceso activo angiogénico que ocurre durante etapas iniciales del desarrollo luteal en mamíferos, mediado por factores angiogénicos como el factor vascular de crecimiento endotelial (VEGF), cuyo aumento conlleva una rápida mitosis de las células endoteliales de los capilares del CL [14,22,23](#), además que la mayoría de células esteroideogénicas son adyacente a uno o más capilares y la perfusión del flujo sanguíneo lúteo es tan intensa que afecta la impedancia

acústica del órgano, lo que resulta en la ecotextura característica del CL^{12,24}, tal como sucede en otras especies con las mismas características hipocogénicas en relación al estroma ovárico^{25,26}.

En la *ultrasonografía en modo B del CL en llamas receptoras* muestran características morfométricas tipo área, volumen y diámetro altamente relacionados con estudios sobre la dinámica folicular en llamas específicamente con tamaños de folículos dominantes que alcanzan diámetros de 10.0 ± 2.0 mm y 11.8 ± 1.6 mm respectivamente^{3,27}, el diámetro máximo folicular está relacionado con el futuro diámetro del CL puesto que estos folículos tienen un activa angiogénesis posterior a la formación de la teca, que promueve la permeabilidad de vasos sanguíneos, ovulación y posterior formación del CL²⁸, en vacas de producción cárnica y leche, la ovulación de un folículo preovulatorio de mayor diámetro conlleva a un CL de buen tamaño, esta característica parece estar asociado con la fertilidad^{29,30}. El diámetro del CL de las llamas fue de 12.7 ± 1.7 mm, comparado con otros estudios, son similares a los reportados a los 7 días post aplicación hormonal alcanzando diámetros de 12.3 ± 0.6 mm, 10.4 ± 0.4 mm, 11 ± 1.9 , 11.19 ± 0.32 mm³¹⁻³³. Mientras que el área del CL fue de 0.119 ± 0.03 cm² y el volumen del CL evaluado fue de 0.84 ± 0.34 cm³, siendo estos los primeros resultados reportados con varias medidas morfométricas del CL y su correlación entre ellas en llamas mediante US.

En la *morfometría ultrasonográfica Doppler del CL en llamas receptoras* y específicamente el Doppler Color permite determinar el flujo sanguíneo denominado como AVL en porcentaje, debido a que el CL es altamente vascularizado y muestra mayor flujo sanguíneo por unidad de tejido del cuerpo, el CL se caracteriza por una angiogénesis intensa y el flujo sanguíneo del CL aumenta de 3 a 4 veces en la primeras 96 h después de ovulación en vacunos²⁰, en el

presente estudio se determinó que el flujo sanguíneo representado por el AVL que fue de 34.97 % para los CL resultados contrastando en llamas reportan entre el día 6 y 8 post aplicación de GnRH el AVL de 20 y 25 %³⁴, mientras que otros autores reportan entre 30 y 40 % de AVL resultados similares al del presente estudio³⁵ por lo cual se determina porcentajes parecidos de AVL en condiciones de altura, esta evaluación realizada con Doppler color permite evaluar la cantidad y patrón del flujo sanguíneo en el CL, que indica indirectamente su funcionalidad, herramienta útil para decisiones de manejo reproductivo como es la selección objetiva de receptoras en programas de transferencia de embriones en camélidos, así como realizan principalmente en vacunos^{36,37}. En conclusión, las características morfométricas evaluadas en modo B (área, diámetro y volumen) tienen una correlación positiva, por tanto, cualquiera de las características métricas del CL podría ser utilizadas para la selección de las receptoras en camélidos, además que el porcentaje de AVL podría aplicarse como herramienta predictora para el manejo reproductivo eficiente, diagnóstico de preñez temprana y para la selección de receptoras en camélidos tal como ocurre en vacunos.

Fuente de financiamiento

El presente artículo no cuenta con algún financiamiento, más que de recursos propios del grupo de investigación.

Conflictos de intereses

Los autores declaramos que la presente investigación fue realizada en la Universidad Nacional del Altiplano Puno y no existe conflicto de intereses alguno entre los autores de este artículo.

Agradecimientos

Al Laboratorio de Sanidad Animal del Centro de Investigación de Chuquibambilla por el préstamo del equipo ultrasonográfico Doppler, así mismo, al Centro Experimental de “La Raya” por el uso del material experimental (llamas en estudio).

Consideraciones éticas

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano y se siguió sus pautas establecidas por este Comité.

Aporte de los autores en el artículo

Perez Guerra Uri Harold realizó el diseño experimental y redacción del manuscrito, *Bustamante Quispe Carlos Washington* desarrollo de la parte experimental ultrasonográfico modo B, *Luque Mamani Natalio* revisión y redacción del manuscrito, *Huayta Arizaca Rito* desarrollo la parte experimental ultrasonográfica Doppler, *Condori Chuchi Eloy Amador* diseño del experimento y análisis estadístico, *Catacora Flores Nubia Lilia* realizó el análisis estadístico y revisión del manuscrito, *Pérez Durand Manuel Guido* realizó la redacción y revisión final del manuscrito.

Literatura citada

1. Tibary A. Monitoring and controlling follicular activity in camelids. *Theriogenology* 2018;109: 22-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.12.011>
2. Cavilla MV, Bianchi CP, Maistruarena C, Aba MA. Ultrasonographic and endocrine characterization of follicular waves in llamas with a special reference to the overlapping phenomenon during successive waves. *Reprod Domest Anim* 2013;48(6):923-30. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.12187>
3. Chaves MG, Aba M, Agüero A, Egey J, Berestin V, Rutter B. Ovarian follicular wave pattern and the effect of exogenous progesterone on follicular activity in non-mated llamas. *Anim Reprod Sci* 2002;69(1-2):37-46. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00173-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00173-7)
4. Perez U, Pari D, Gutierrez F, Málaga J, Luque N, Rojas R, et al. Comparación ultrasonográfica transvaginal y transrectal de la dinámica folicular en ondas sucesivas de llamas (*Lama glama*). *Rev Investig Vet Perú* 2021;32(1):e19504. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19504>
5. Herzog K, Brockhan-Lüdemann M, Kaske M, Beindorff N, Paul V, Niemann H, et al. Luteal blood flow is a more appropriate indicator for luteal function during the bovine estrous cycle than luteal size. *Theriogenology* 2010;73(5):691-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.11.016>
6. Ribadu AY, Ward WR, Dobson H. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet Rec* 1994;135(19):452-7. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.135.19.452>
7. Bollwein H, Lüttgenau J, Herzog K. Bovine luteal blood flow: basic mechanism and clinical relevance. *Reprod Fertil Dev* 2012; 25(1):71-9. DOI: https://doi.org/10.1071/RD12_278
8. Breuel KF, Lewis PE, Schrick FN, Lishman AW, Inskip EK, Butcher RL. Factors affecting fertility in the postpartum cow: role of the oocyte and follicle in conception rate. *Biol Reprod* 1993;48(3):655-61. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod48.3.655>

9. Huanca W, Cordero A, Huanca T, Adams GP. Biotecnologías reproductivas en camelidos sudamericanos domesticos : avances y perspectivas. Arch Latinoam Prod Anim 2007;15 (Supl 1):195-201.
10. Vaughan J, Mihm M, Wittek T. Factors influencing embryo transfer success in alpacas: a retrospective study. Anim Reprod Sci 2013;136(3): 194-204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.10.010>
11. Vaughan JL. Embryo transfer in alpacas. ICAR. Satellite Meeting on Camelid Reproduction. En: Vaughan JL, editor. ICAR Satellite Meeting on Camelid Reproduction: 5 de agosto 2012 ICAR Satellite Meeting [Internet]. Vancouver International Veterinary Information Service; 2012 [citado 3 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.ivis.org/library/camelid-reproduction/icar-satellite-meeting-on-camelid-reproduction-canada-2012/embryo-transfer-alpacas>
12. DesCôteaux L, Chastant Maillard S, Gnemmi G, Colloton J, Bollwein H. Bovine Uterus. En: DesCôteaux L, Gnemmi G, Colloton, editors. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography; 2009 p. 61-80. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119265818.ch5>
13. Siqueira LGB, Camargo LSA, Fonseca JF, Viana JHM. Evaluación de morfología, ecotextura y función del cuerpo lúteo en programas de transferencia de embriones. Spermova 2012;2(1):26-31.
14. Siqueira LGB, Viana JHM, Diniz ES, Camargo LS, Amorin LS, Fonseca JF, et al. Aferiaca de ecogenicidade luteal com o uso de diferentes transdutores de ultra-som. Acta Scientiae Veterinariae 2006;34(Supl 1):S281.
15. Basini G, Bianco F, Grasselli F, Tirelli M, Bussoleti S, Tamanini C. The effects of reduced oxygen tension on swine granulosa cell. Regul Pept 2004;120(1-3):69-75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regpep.2004.02.013>
16. Guerriero S, Ajossa S, Lai MP, Risalvato A, Paoletti AM, Melis GB. Clinical applications of colour Doppler energy imaging in the female reproductive tract and pregnancy. Hum Reprod Update 1999;5(5):515-29. DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/5.5.515>
17. Kelley DE, Galvão KN, Mortensen CJ, Risco CA, Ealy AD. Using Doppler ultrasonography on day 34 of pregnancy to predict pregnancy loss in lactating dairy cattle. J Dairy Sci 2017;100(4): 3266-71. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11955>
18. Alpaca fact sheet #4: body condition score (BCS) of alpacas [Internet]. [citado 3 de mayo de 2020]. Recuperado a partir de: <https://alpacalibrary.com/media/blogs/husbandry-for-beginners/quick-uploads/p177/alpaca-fact-sheet-4-body-condition-score-2013.pdf?mtime=1525215224>
19. Perez U, Gonzáles E, Apaza M, Quispe Y, Pérez M. Factores que afectan la transferencia de embriones de alpacas (*Vicugna pacos*) a llamas (*Lama glama*). Rev Investig Vet Perú 2019;30(4):1645-52. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17276>
20. Acosta TJ, Yoshizawa N, Ohtani M, Miyamoto A. Local changes in blood flow within the early and midcycle corpus luteum after Prostaglandin F2 α injection in the cow. Biol Reprod 2002;66(3):651-8. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.3.651>
21. The R Project for Statistical Computing [Internet]. The R Foundation; 2018 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.r-project.org/>
22. Fraser HM, Wulff C. Angiogenesis in the corpus luteum. Reprod Biol Endocrinol 2003;1:88. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-1-88>

23. Tom JW, Pierson RA, Adams GP. Quantitative echotexture analysis of bovine corpora lutea. *Theriogenology* 1998;49(7):1345-52. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00081-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00081-8)
24. Singh J, Pierson RA, Adams GP. Ultrasound image attributes of the bovine corpus luteum: structural and functional correlates. *J Reprod Fertil* 1997;109(1):35-44. DOI: <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1090035>
25. Varughese EE, Brar PS, Ghuman SS. Vascularization to preovulatory follicle and corpus luteum—a valuable predictor of fertility in dairy cows. *Theriogenology* 2017;103:59-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.042>
26. Vrisman DP, Bastos NM, Rossi GF, Rodrigues NN, Borges LPB, Taira AR, et al. Corpus luteum dynamics after ovulation induction with or without previous exposure to progesterone in prepubertal Nellore heifers. *Theriogenology* 2018;106:60-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.10.018>
27. Bravo PW, Fowler ME, Stabenfeldt GH, Lasley BL. Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biol Reprod* 1990;43(4):579-85. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod43.4.579>
28. Bruno JB, Matos MHT, Chaves RN, Celestino JJH, Saraiva MVA, Lima Verde IB, et al. Angiogenic factors and ovarian follicle development. *Anim Reprod* 2009;6 (2):371-9.
29. Lynch CO, Kenny DA, Childs S, Diskin MG. The relationship between periovulatory endocrine and follicular activity on corpus luteum size, function, and subsequent embryo survival. *Theriogenology* 2010;73 (2):190-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.08.012>
30. Pfeifer LF, Mapletoft RJ, Kastelic JP, Small JA, Adams GP, Dionello NJ, et al. Effects of low versus physiologic plasma progesterone concentrations on ovarian follicular development and fertility in beef cattle. *Theriogenology* 2009;72 (9):1237-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.07.019>
31. Evangelista S, Cordero A, Santiani A, Vásquez M, Cárdenas O, Huanca W. Estimulación con gonadotropina coriónica equina (eCG) durante las fases luteal y no luteal sobre la respuesta ovárica y calidad embrionaria en llamas. *Rev Investig Vet Peru* 2009;20(1):33-40. DOI: <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V2011.528>
32. Mamani R, Huanca T, Pacheco J, Zapana R, Condori N. Tasa de ovulación utilizando liberador de gonadotropinas y plasma seminal en alpacas y llamas. *Rev Investig Vet Peru* 2013;24 (2):194-8. DOI: <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V24I2.2493>
33. Ratto MH, Huanca W, Singh J, Adams GP. Comparison of the effect of ovulation-inducing factor (OIF) in the seminal plasma of llamas, alpacas, and bulls. *Theriogenology* 2006;66(5): 1102-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.02.050>
34. Gallelli MF, Bianchi C, Zampini E, Trasorras V, Gambarotta M, Miragaya M. Corpus luteum vascularization during the maternal recognition of pregnancy in llamas (*Lama glama*). *Reprod Domest Anim* 2020;55(1):74-80. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.13588>
35. Silva M, Urra F, Ulloa Leal C, Ratto MH. A comparative study of the effects of intramuscular administration of gonadorelin, mating and intrauterine infusion of either raw seminal plasma or seminal plasma purified β -NGF on luteal development in llamas. *Reprod Domest Anim* 2017;52(4):625-31. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.12958>
36. Guimarães CR, Oliveira ME, Rossi JR, Fernandes CA, Viana JH, Palhao MP. Corpus luteum blood

flow evaluation on Day 21 to improve the management of embryo recipient herds. *Theriogenology* 2015;84(2):237-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.005>

37. Viana JHM, Urashiro EKN, Siqueira LGB, Ghetti AM, Areas VS, Guimarães CRB, et al. Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. *Anim Reprod* 2013;10(3):215-22.

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados en mapas y afiliaciones institucionales.