

Avances en la aplicación de ultrasonografía Doppler sobre la fisiología reproductiva en vacunos, ovinos y camélidos sudamericanos

Perez-Guerra Uri Harold; Pérez-Durand Manuel

Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Atiplano (Perú)

E-mail de contacto: uperez@unap.edu.pe

Resumen. La presente revisión tiene como objetivo describir la importancia actual que tiene la aplicación de la ultrasonografía Doppler, sobre el estudio de la fisiología reproductiva en ovinos y camélidos sudamericanos. En hembras principalmente se evaluó el cuerpo lúteo (CL), estructura importante para el mantenimiento de la preñez, la misma que fue evaluada en su diámetro, área y volumen; además, de ello el área vascular luteal (AVL) representado en porcentaje como la proporción de irrigación sanguínea que tiene este CL al día 7 post ovulación, siendo en vacunos criollos de 20.96% y para llamas de 34.97%; también se ha evaluado información sobre la fetometría en camélidos sudamericanos y ovinos, en la cual aparte de la evaluación B mode, se ha evaluado velocidades sistólicas y diastólicas así como los índices de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP) durante el primer tercio de gestación. En machos se evaluó las mismas características Doppler a nivel de la arteria testicular, las mismas que son probablemente los primeros reportes debido a la limitada información en la literatura. En conclusión, el uso de la ultrasonografía Doppler permite un examen más completo sobre la fisiología reproductiva en machos y hembras.

Palabras clave: Alpaca, Doppler, fisiología, Bmode, ultrasonografía

Contenido

La ultrasonografía es una herramienta diagnóstica complementaria que fue desarrollada hace muchos años con el principio de las ondas de ultrasonido que tienen la capacidad de atravesar tejidos que pueden ser interpretados mediante una serie de escala de grises según sea la textura del órgano a evaluar (Curran, 1995).

Una de las grandes ventajas de esta técnica totalmente no invasiva con la que se puede realizar exámenes repetidos del tracto reproductivo sin generar algún

efecto adverso a los genitales o al embrión y/o feto en caso de evaluación de preñez (Ribadu & Nakao, 1999) incrementando la eficiencia con el uso de la ultrasonografía Doppler.

La vascularización está asociada directamente con la funcionalidad del órgano, la conjunción de la ultrasonografía B mode asociada a la Doppler permite no solo una evaluación morfológica completa de los órganos reproductivos sino que también es posible incluir el estado funcional de los órganos con el Doppler (Figueira *et al.*, 2015).

Las evaluaciones Doppler se han caracterizado por presentar variables como son el Power, Color y Pulsado las cuales permiten la evaluación de la proporción de irrigación sanguíneas así como la velocidad de esta irrigación respectivamente (Ginther, 2007), las condiciones medioambientales podrían afectar el comportamiento reproductivo así como se menciona con el stress de calor y frío (Toghiani *et al.*, 2020; Torreño *et al.*, 2008).

La hipoxia es una condición fisiológicas presente en lugares con bastante altitud que se caracteriza por la menor cantidad de presión parcial de oxígeno en comparación a condiciones medioambientales con menor altitud, esta hipoxia desencadena en los animales respuestas fisiológicas para contrarrestar la menor presión parcial de oxígeno (Hall, 2011).

La altitud probablemente viene afectada diversos procesos fisiológicos reproductivos los mismos que pueden ser estudiados mediante la ultrasonografía Doppler; por tal motivo, la presente revisión permitirá describir algunos procesos reproductivos evaluados en condiciones del altiplano peruano tanto en machos como en hembras.

Procesos reproductivos en hembras (vacunos y camélidos sudamericanos)

La evaluación del cuerpo lúteo (CL) en vacas criollas sometidas a un protocolo de sincronización al día 19 post inseminación determinando a ese tiempo que la proporción de irrigación sanguínea es en promedio el 20.96% en relación al área total del CL por otra lado se debe indicar que el diámetro fue de 7.96 mm, volumen de CL de 0.23 mm³ (Perez-Guerra *et al.*, 2023) tal como se muestra a continuación:

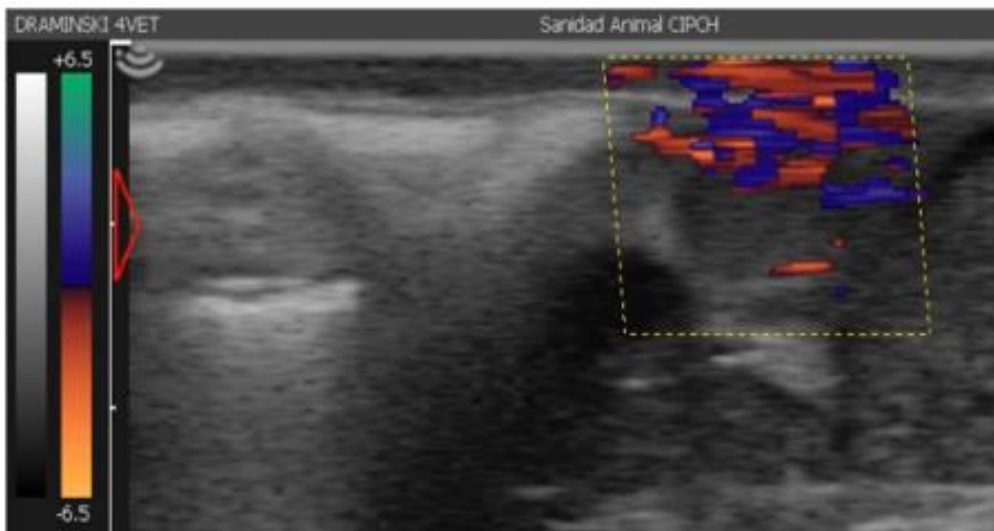


Figura 1. Evaluación de la ecografía Doppler color de CL en vacas Criollas

En camélidos se ha estudiado del mismo modo la proporción de irrigación sanguínea del CL en alpacas receptoras dentro un programa de transferencia de embriones observando que este porcentaje fue de 34.97%; además, que otras características evaluadas son el área con 0.119 cm², diámetro de 12.7 mm y volumen de 084 cm³ (Guerra *et al.*, 2021); este estudio es importante debido a que estas características esta relacionadas con las concentraciones de progesterona y esta al mismo tiempo con la mayor o menor probabilidad de preñez.

En otro estudio se evaluó dos protocolos de multi ovulación con una hormona FSH recombinante de 155 y 100 µg, de las cuales se observó diferencias estadísticas cuando se evaluó la mayor dosis con la menor sobre todo sobre el diámetro y volumen del CL; sin embargo, los parámetros Doppler estudiados fueron el ín-

dice de resistencia (IR) para 155 µg fue de 0.28 vs 0.46 para 100 µg, mientras que para índice de pulsatilidad (IP) fue de 0.42 y 0.86 para dosis de 100 y 155 µg respectivamente (Perez-Guerra *et al.*, 2022).

Recientemente se ha estado revisando datos sobre fetometría en CSA durante el primer tercio observando que la PSV (velocidad máxima sistólica) fue vario desde 6.57 a 12.6 cm/seg, la velocidad final diastólica (EDV) varió entre 1.8 a 5 cm/seg, el IR varió de 0.5 a 0.8 finalmente el IP varió entre 0.82 hasta 1.5 todo ello evaluado directamente en el embrión es decir fue evaluando la arteria umbilical, observando una relación entre las características numéricas y los índices antes mencionados, tal como se observa a continuación:

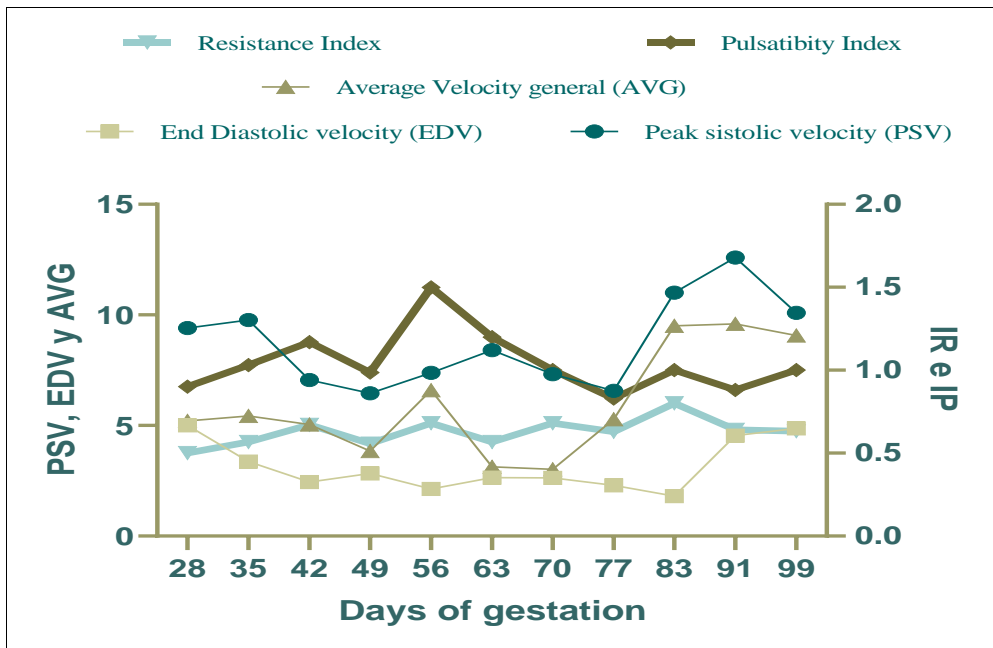


Figura 2: Relación del PSV y EDV en relación a los índices de resistencia y pulsatilidad

En el mismo experimento también fue evaluado los latidos por minuto del embrión siendo perceptible desde el día 21 post empadre variando estos resultados desde 178 como mínimo hasta 267 latidos por minuto durante este primer tercio de gestación en alpacas de la raza *huacaya*.

Finalmente se ha podido evaluar si existía alguna diferencia sobre la irrigación sanguínea durante el primer en tercio de gestación evaluando las arterias iliacas izquierda y derecha respectivamente, observando un ligero incremento sobre la arteria izquierda comparada con la derecha sobre la PSV y EDV (Perez-Guerra *et al.*, 2024).

Procesos reproductivos en machos

Las evaluaciones fueron realizadas principalmente en camélidos sudamericanos (CSA) observando una relación interesante entre la concentración de testosterona con la edad del macho reproductor siendo mayor para machos mayores a 36 meses (OM) seguido por aquellos mayores a 24 meses (IM) y menor concentración para machos con 14 a 24 meses de edad (YM).

Los parámetros Doppler que fueron evaluados son el IR siendo para OM, IM y YM de 0.57, 0.49 y 0.54 respectivamente; mientras que el IP fue para OM de 0.47, IM de 0.31 y YM de 0.53 debido a la poca literatura sobre este tema en CSA se puede indicar que son datos aparentemente normales debido a que el estudio fue realizado en machos reproductores con fertilidad comprobada (Pérez-Durand *et al.*, 2023).

Ambos índices pueden ser determinados mediante la ultrasonografía Doppler, tal como se observa en la Figura 3. Otras variables evaluadas mediante ultrasonografía Doppler fueron el análisis del área vascular testicular (AVT) representado en porcentaje, observando que el grupo de OM fue de 3.84% para IM de 3.77% y finalmente para YM fue de 9.16%, observando una mayor proporción de irrigación sanguínea en machos jóvenes esto probablemente se debe al desarrollo más activo que tiene los animales de menor edad. La forma de determinar este parámetro fue mediante el Doppler Power y es tal como se presenta en la Figura 4.

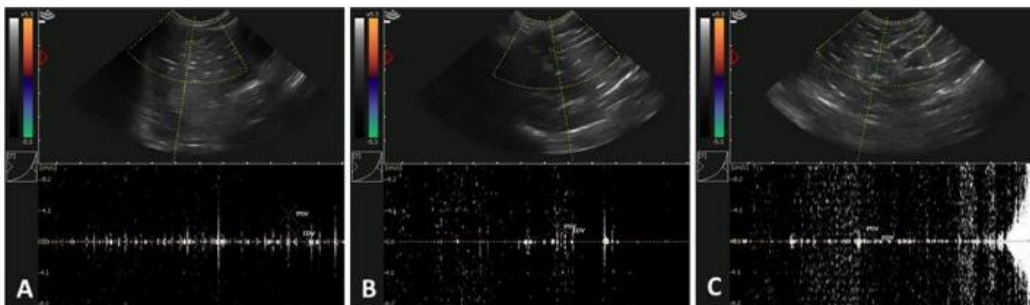


Figura 3. Evaluación de parámetros testiculares en alpacas macho de diferentes edades

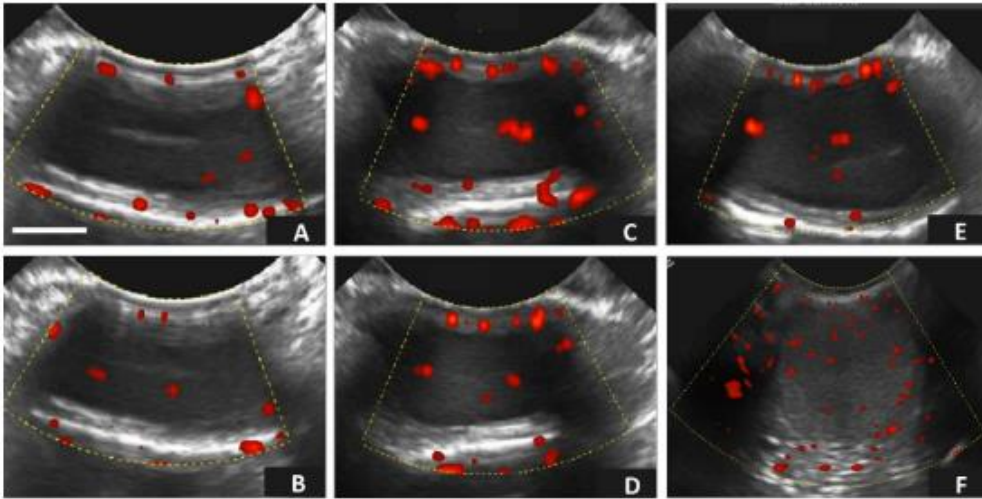


Figura 4. Evaluación de la hemodinámica vascular (los puntos rojos son la representación del AVT) en alpacas macho de diferentes edades

Conclusión

- La utilización de la ultrasonografía Doppler permitió describir algunos procesos fisiológicos reproductivos en CSA y vacunos tanto en hembras como en machos, evaluando principalmente ovarios y testículos; además, de sus respectiva irrigación sanguínea (PSV, EDV, IR e IP) en ambos órganos reproductivos.

Referencias citadas

Curran S. 1995. M-mode ultrasonic assessment of equine fetal heart rate. *Theriogenology*, 44(95), 609 - 617.

Figueira L., Fonseca J., Arashiro E., Souza-Fabjan J., Ribeiro A., Oba E., Viana J., Brandão F. 2015. Colour Doppler Ultrasonography as a Tool to Assess Luteal Function in Santa Inês Ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(4), 643 - 650. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/rda.12543>

Ginther O. 2007. Stallions and Bulls. In: E. Publishing (Ed.), *Ultrasonic ima-*

ging and Animal Reproduction: Color Doppler Ultrasonography (p. 71-72).

Guerra P., Harold U., Quispe B., Washington C., Natalio L., Arizaca H., Felipe R., Chuchi C., Amador E., Flores C., Lilia N., Durand P., Guido M. 2021. Caracterización ultrasonográfica modo-B y Doppler del cuerpo lúteo en llamas. *Resumen Introduction Efficient reproductive management and the use of reation (AI) and emb.* September 2020.

Hall J. 2011. The circulation. In: *Textbook of Medical Physiology* (Twerlfht, p. 157-159). Elsevier.

Pérez-Durand M., Massa-Guzmán A., Luque-Mamani N., Ruelas-Calloapaza D., Urviolas M., Condori-Chuchi E., Gutierrez M., Perez-Guerra U., García-Herreros M. 2023. Age-Related Differences in Testosterone Concentration and Its Relation to Testicular Biometrics, Hemodynamics and Fertility in Alpacas (*Vicugna pacos*). *Veterinary Sciences*, 10(429). *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/vetsci10070429>

- Perez-Guerra U., Luque-Mamani N. Condori-Apaza R., Manrique-Quispe Y., Escobedo-Arizaca A., Mamani-Cato R., Urviola-Sánchez J., Pérez-Durand M. 2023. B mode and Doppler ultrasonographic characteristics of the dominant follicle and corpus luteum in Criollo cows subjected to an oestrus synchronization protocol. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 40 - 48. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100052x>
- Perez-Guerra U., Palomino J., Perez-Durand M., Gutiérrez-Yana F., Cabezas I., Hugues F., Parra N., Sanchez O., Toledo J., Gutiérrez-Reinoso M., Garcia-Herreros M. 2022. Application of bovine recombinant FSH (bscrFSH) in alpaca (*Vicugna pacos*) superovulation protocols: ovarian response and in vivo embryo production. *Reproduction, Fertility and Development*, 35(2): 251-251. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/RDv35n2Ab244>
- Ribadu A., Nakao T. 1999. Bovine Reproductive Ultrasonography: A Review Bovine Reproductive Ultrasonography: A Review. January. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.1262/jrd.45.13>
- Toghiani S., Hay E., Roberts A., Rekaya R. 2020. Impact of cold stress on birth and weaning weight in a composite beef cattle breed. *Livestock Science*, 236 (April), 104053. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104053>
- Torreão J., Pimenta Filho E., Medeiros A., Gonzaga Neto S., Catanho M., Barreto L., Silva J. 2008. Retorno da atividade cíclica reprodutiva em ovelhas da raça Morada Nova submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 621-630.