

# Ganar tiempo, ganar terneros: la ventaja del ultrasonido con color (Doppler color) en la reproducción bovina en México<sup>φ</sup>

Deysi Alarcón-López<sup>1</sup>, Rosendo Cuicas-Huerta<sup>2\*</sup>,  
Felipe Montiel-Palacios<sup>3</sup>, Esteban Julián Mireles-Martínez<sup>2</sup>

## Introducción

**E**n México, la eficiencia reproductiva tiene especial importancia debido a que de ella depende la rentabilidad de los hatos ganaderos (Beal *et al.* 1992). Para optimizar dicha rentabilidad, se deben evaluar no solo la salud y el bienestar de los animales sino también la condición de su aparato genital (Arce-Recinos *et al.* 2017).

En el trópico, con un manejo adecuado una vaca produce un ternero al año aproximadamente (Huanca *et al.* 2009); sin embargo, las condiciones del trópico permiten una baja eficiencia productiva (Kanuya *et al.* 2006). Debido a esto, se han ideado protocolos de sincronización de la ovulación para garantizar un mayor porcentaje de preñez en los hatos ganaderos y alcanzar una fertilidad del 40 al 50% (Hernández-Coronado *et al.* 2023).

Puesto que los requerimientos ganaderos aumentan, se implementaron los protocolos de sincronización de ovulación para inseminación artificial y resincronización, que es una segunda inseminación artificial a todos los animales inseminados por primera ocasión para obtener hasta un 80 % de fertilidad (Giraldo 2008).

<sup>φ</sup> <sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Maestría en Ciencias de la Producción Animal, Guerrero, México, <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guerrero, México, <sup>3</sup>Universidad de Veracruz, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México.  
\* [rcuicash@uagro.mx](mailto:rcuicash@uagro.mx)  
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6728>



Comúnmente, se usan fármacos para inducir la ovulación y que no produzcan efecto luteolítico, es decir, se evita el proceso por el cual suceden cambios funcionales y estructurales que conllevan la degradación y desaparición completa del cuerpo lúteo (Pate 2018). Actualmente, se dispone de nuevas biotecnologías en reproducción bovina, como la ultrasonografía Doppler color, que es un método de diagnóstico precoz de gestación por medio de la vascularización del cuerpo lúteo que brinda información para identificar hembras no gestantes de las gestantes y llevar a cabo la resincronización (Colazo *et al.* 2006).

Al adoptar el Doppler se optimiza la eficiencia reproductiva del hato y aumentan las tasas de preñez. Esto es fundamental para lograr la meta económica de un becerro por vaca al año y mejora sustancialmente la productividad y rentabilidad de la ganadería (Pugliesi *et al.* 2018). El objetivo de este trabajo es describir los beneficios estratégicos de incorporar la ultrasonografía Doppler color en los protocolos de sincronización y resincronización reproductiva bovina en México.

## Ciclo estral en bovinos

Es el conjunto de cambios fisiológicos cíclicos en el aparato reproductor de las hembras bovinas para la ovulación y posible gestación (Roelofs *et al.* 2010). Dura 21 días (Sartori y Barros 2011) y está regulado por interacciones endocrinas entre el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios (Lamb *et al.* 2010).

El ciclo se divide en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro, y diestro, y subdivididas en dos fases: folicular (proestro y estro) y lútea (incluye el metaestro y el diestro) (Sartori y Barros 2011). Durante la fase folicular madura el folículo dominante, por lo que el esteroide gonadal dominante es el estradiol. La fase lútea (metaestro y diestro) es la etapa posterior a la ovulación, y dura aproximadamente del día 5 al 17 del ciclo estral en que se forma el cuerpo lúteo. Esta fase está caracterizada por la secreción de progesterona, cuya función es mantener un ambiente uterino favorable para la gestación e inhibir nuevas ovulaciones (Galina *et al.* 2008).

El cuerpo lúteo es una estructura transitoria que se desarrolla en el ovario después de la ovulación y está conformado por células lúteas derivadas del folículo ovulado. Su función principal es la síntesis y secreción de progesterona y su integridad estructural y funcional es indispensable para el éxito reproductivo (Ginther *et al.* 2007). Por ello, la inclusión de la ecografía Doppler (ecografía avanzada) permite evaluar el flujo sanguíneo en tiempo real en los tejidos reproductivos. En el caso del cuerpo lúteo, el Doppler color estima su vascularización que se relaciona directamente con su capacidad funcional (Herzog *et al.* 2011).

---

*“Actualmente, se dispone de nuevas biotecnologías en reproducción bovina, como la ultrasonografía Doppler color, que es un método de diagnóstico precoz de gestación por medio de la vascularización del cuerpo lúteo que brinda información para identificar hembras no gestantes de las gestantes y llevar a cabo la resincronización.”*

---

### Ecografía Doppler

La función reproductiva del ganado bovino es uno de los factores que más repercuten en la rentabilidad económica del sistema de producción, y es uno de los aspectos relevantes para una producción eficiente (Beal *et al.* 1992). Debe diagnosticarse el estado reproductivo y utilizar biotecnologías disponibles en el mercado.

Desde la década de 1980, la ecografía se ha aplicado para la detección precoz de la gestación en el ganado bovino (Ginther 2014). Hasta hace unos años, la ecografía no se podía desarrollar en condiciones de campo, ya que los equipos eran de gran tamaño y tenían un costo mayor. Sin embargo, a finales del siglo XX, gracias al desarrollo de aparatos de ecografía de menor tamaño y mayor portabilidad, sumado a la fijación de costos más accesibles, el estudio ecográfico ganó terreno como un procedimiento novedoso de monitoreo del aparato reproductor o detección del estado de gestación y es más efectivo que la palpación rectal (Beal *et al.* 1992).

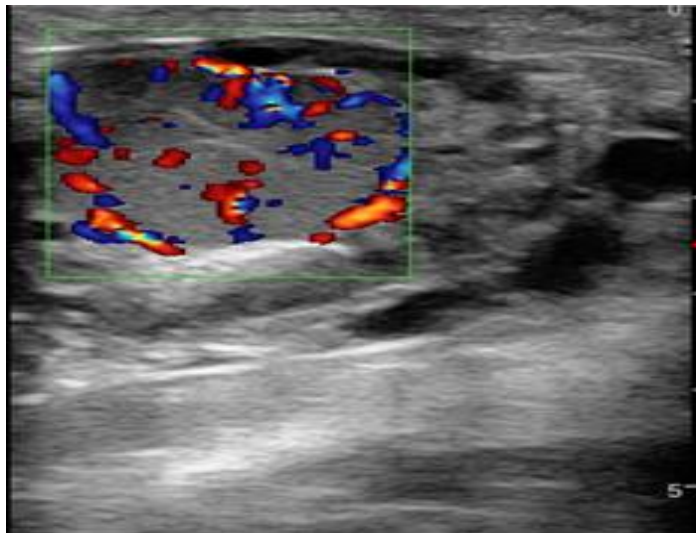


Fig. 1. Monitoreo de gestación mediante la identificación de la irrigación del Cuerpo Lúteo usando la Ultrasonografía Doppler Color.

Filteau y DesCôteaux (1998) argumentaron que el uso de la ecografía ha sido de gran utilidad para el estudio de la reproducción bovina, tanto para conocer con mayor profundidad aspectos de su biología reproductiva, especialmente para monitorear los cambios fisiológicos ováricos y uterinos, como para determinar gestaciones tempranas y dar seguimiento al desarrollo embrionario.

### ¿Cuál es el principio básico de la ecografía Doppler color?

Es una técnica en medicina veterinaria que dispone de la diferencia entre las frecuencias de las ondas reflejadas y las ondas emitidas por un transductor (Szatmári *et al.* 2001). En la circulación sanguínea, esta diferencia se produce debido al movimiento de los glóbulos rojos que promueven una diferencia positiva (mayor frecuencia) o negativa (menor frecuencia). Esto según el movimiento en el que se encuentre, es un fenómeno que se observa en el eco de las células sanguíneas en la ecografía médica, y que se utiliza para representar el flujo sanguíneo dentro de un tejido u órgano (Ginther 2007).

Cuando se activa el modo Doppler color, el transductor no solo envía el haz de ultrasonido sino que también detecta los ecos que reflejan los glóbulos rojos en movimiento dentro de los vasos sanguíneos. El efecto Doppler se produce porque la frecuencia de la onda cambia según si los glóbulos se acercan, o se alejan, del transductor. Esto es, cuando los glóbulos se acercan la frecuencia detectada es mayor y cuando los glóbulos se alejan se obtiene que la frecuencia detectada es menor.

Asimismo, la computadora del aparato analiza las diferencias de frecuencia y las convierte en información de color donde el rojo significa flujo hacia el transductor (acercándose) y el azul muestra un flujo alejándose del transductor. Por lo que, el transductor es el “sensor” que combina emisión y recepción de ultrasonido y en el Doppler color es clave para detectar y codificar el movimiento de la sangre y permite al médico interpretar la dirección y velocidad del flujo en tiempo real (Ginther 2007).

---

*“Cuando se activa el modo Doppler color, el transductor no solo envía el haz de ultrasonido sino que también detecta los ecos que reflejan los glóbulos rojos en movimiento dentro de los vasos sanguíneos.”*

---

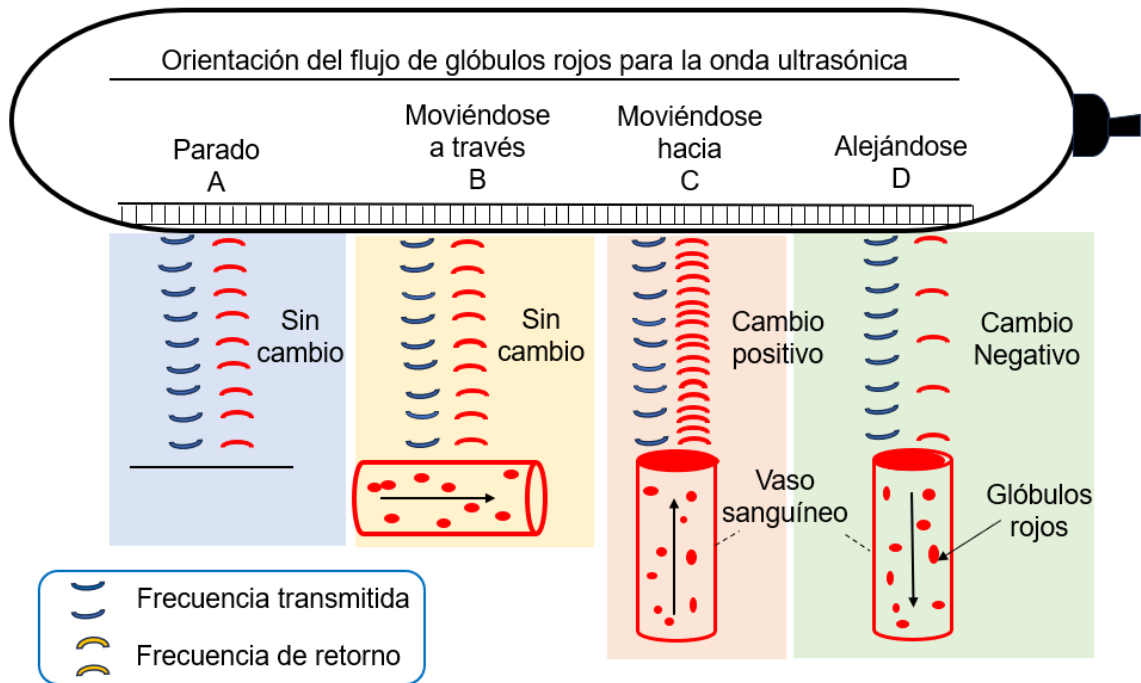


Figura 2. Efecto Doppler del ultrasonido en vasos sanguíneos (adaptado de Ginther 2007).

El diagnóstico de gestación por ultrasonido se recomienda después de 28 o 30 días, ya que la visualización del embrión alcanza una precisión del 100 % (Madoz *et al.* 2022). Sin embargo, la detección de la regresión espontánea del cuerpo lúteo por ultrasonido en vacas no gestantes podría permitir una evaluación más temprana, al día 16 después de la primera inseminación artificial, para identificar el estado gestacional y permitir una segunda inseminación artificial para acortar los días de espera.

La evaluación del tamaño del cuerpo lúteo se ha utilizado con alta precisión para identificar bovinos no preñados a partir del día 20 de gestación (Siqueira *et al.* 2019). Para valorar la irrigación del cuerpo lúteo, se han creado estudios con las siguientes características: (1) hembra no preñada: ausencia de cuerpo lúteo con presencia de folículo dominante, cuerpo lúteo sin irrigación o irrigación inferior al 25% del área. (2) Hembra gestante: cuerpo lúteo de condiciones superiores al 50% del área, buena intensidad en el color, existencia del embrión, presencia de líquido amniótico.

Estudios previos han demostrado que los folículos con mayor diámetro también resultaron en mayores tasas de preñez (Sá Filho *et al.* 2010). Además, los folículos preovulatorios con mayor tamaño originaron un cuerpo lúteo con mayor tamaño y presentaron mayor producción de progesterona (Bisinotto *et al.* 2012).

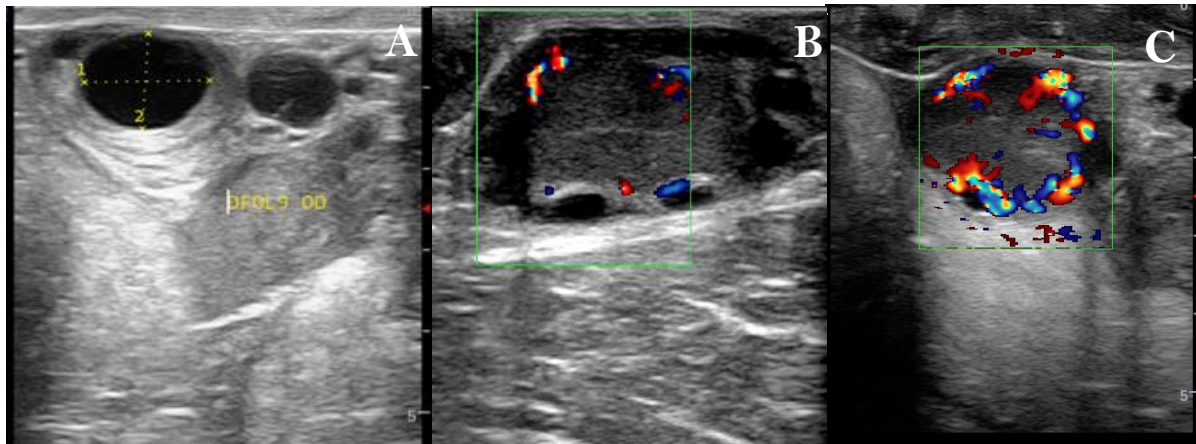


Figura 3. A) Folículo dominante, B) Cuerpo lúteo sin irrigación inferior al 25%, C) Cuerpo lúteo con irrigación superior al 50%.

---

*“La evaluación del tamaño del cuerpo lúteo se ha utilizado con alta precisión para identificar bovinos no preñados a partir del día 20 de gestación.”*

---

## Conclusiones

Los hatos ganaderos, con las condiciones óptimas, utilizan protocolos de sincronización y resincronización con la ecografía Doppler color para identificar un becerro por vaca al año, en periodos de intervalos cortos, y disminuir los costos de alimentación y aumentar los beneficios de producción.

## Referencias

- Arce-Recinos C, Aranda-Ibáñez EM, Osorio-Arce MM, González-Garduño GR, Díaz-Rivera RP e Hinojosa-Cuellar JA. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1):83-91.
- Beal WE, Perry RC y Coraht LR. 1992. The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle. *Journal of Animal Science* 70(3):924-929.
- Bisinotto RS, Ibiapina BT, Pontes EO, Bertan CM, Satrapa R, Barros CM y Binelli M. 2012. Luteal function and follicular growth following follicular aspiration during the peri-luteolysis period in *Bos indicus* and crossbred cattle. *Reproduction in Domestic Animals* 47(2):319-327.

- Colazo MG, Kastelic JP, Mainar-Jaime RC, Gavaga QA, Whittaker PR, Small JA, Martinez MF, Wilde RE, Veira DM y Mapletoft RJ. 2006. Resynchronization of previously timed-inseminated beef heifers with progestins. *Theriogenology* 65(3):557-572.
- Filteau V y DesCôteaux L. 1998. Predictive values of early pregnancy diagnosis by ultrasonography in dairy cattle. American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings. 31st Annual Conference, Spokane. USA. pp. 170-171.
- Galina CS y Valencia J. 2008. Reproducción de los animales domésticos. Tercera edición. Limusa. México. 582 pp.
- Ginther OJ. 2007. Ultrasonic imaging and animal reproduction: color-doppler ultrasonography. Book 4. Cross Plains WI: Equiservices Publishing. USA. 258 pp.
- Ginther OJ. 2014. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology* 81(1):112-125.
- Giraldo JJ. 2008. Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. *Revista Lasallista de Investigación* 5(2):90-101.
- Hernández-Coronado C, Rosales-Torres A, Vázquez-López S y Guzmán-Sánchez A. 2023. Sincronización del estro y ovulación en hembras bovinas de razas cárnicas. Bases endocrinas y protocolos usados. *Abanico Veterinario* 13:1-37.
- Herzog K, Voss C, Kastelic JP, Beindorff N, Paul V, Niemann H y Bollwein H. 2011. Luteal blood flow increases during the first three weeks of pregnancy in lactating dairy cows. *Theriogenology* 75(3):549-554.
- Huanca WL, Camacho JS, Huamán HU, Ampuero AB y Ramos OC. 2009. Efecto de la suplementación alimenticia y destete temporal sobre el comportamiento reproductivo postparto de vacas cruzadas en el trópico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 20(1):1-4.
- Kanuya NL, Matiko MK, Nkya R, Bittegeko SBP, Mgasa MN, Reksen O y Ropstad E. 2006. Seasonal changes in nutritional status and reproductive performance of Zebu cows kept under a traditional agro-pastoral system in Tanzania. *Tropical Animal Health and Production* 38:511-519.
- Lamb GC, Smith MF, Perry GA, Atkins JA, Risley ME, Busch DC y Patterson DJ. 2010. Reproductive endocrinology and hormonal control of the estrous cycle. *The Bovine Practitioner* 44(1):18-26.
- Madoz LV, Lorenti SN, Rearte R, Quintero RL, Migliorisi AL, Jaureguiberry M, Gabler C, Drillich M y de la Sota RL. 2022. Detection of nonpregnant cows and potential embryo losses by color Doppler ultrasound and interferon-stimulated gene expression in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 105(8):6973-6984.
- Pate JL. 2018. Luteolysis. *Encyclopedia of Reproduction* 2:106-113.
- Pugliesi G, de Melo GD, Ataíde Jr GA, Pellegrino CAG, Silva JB, Rocha C, Garcia I, Moraes JL y Binelli M. 2018. Use of Doppler ultrasonography in embryo transfer programs: feasibility and field results. *Animal Reproduction* 15(3):239.
- Roelofs J, Lopez GF, Hunter RHF, Van Eerdenburg FJCM y Hanzen CH. 2010. When is a cow in estrus? clinical and practical aspects. *Theriogenology* 74(3):327-344.
- Sá Filho MD, Crespilho AM, Santos JEP, Perry GA y Baruselli PS. 2010. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal Reproduction Science* 120(1-4):23-30.

- Sartori R y Barros CM. 2011. Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Animal reproduction science* 124(3-4):244-250.
- Siqueira LG, Arashiro EK, Ghetti AM, Souza ED, Feres LF, Pfeifer LF, Fonseca JF y Viana JH. 2019. Vascular and morphological features of the corpus luteum 12 to 20 days after timed artificial insemination in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 102(6):5612-5622.
- Szatmári V, Sótónyi P y Vörös K. 2001. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 42(2): 93-107.

Alarcón-López D, Cuicas-Huerta R, Montiel-Palacios F, Mireles-Martínez EJ. 2026. Ganar tiempo, ganar terneros: la ventaja del ultrasonido con color (Doppler color) en la reproducción bovina en México. *Bioagrobiencias* 19 (1): 200-207.  
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6728>