

# EL USO DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER COLOR EN EL CONTROL REPRODUCTIVO DEL VACUNO

L.A. Rodríguez-Zamora, A. Abuelo, J.P. Bejar, C.F. Cazapal, L. López, A. Pérez, J.M. Sanchís, M. Vigo, R.H. Teijeira, J.L. Contreras, J.J. Becerra, M. Barrio, P.G. Herradón y L.A. Quintela\*. 2012. PV ALBEITAR 23/2012. \*Dpto. de Patología Animal. Reproducción y Obstetricia, Facultad de Veterinaria de Lugo.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Ecografía y ultrasonografía](#)

## INTRODUCCIÓN

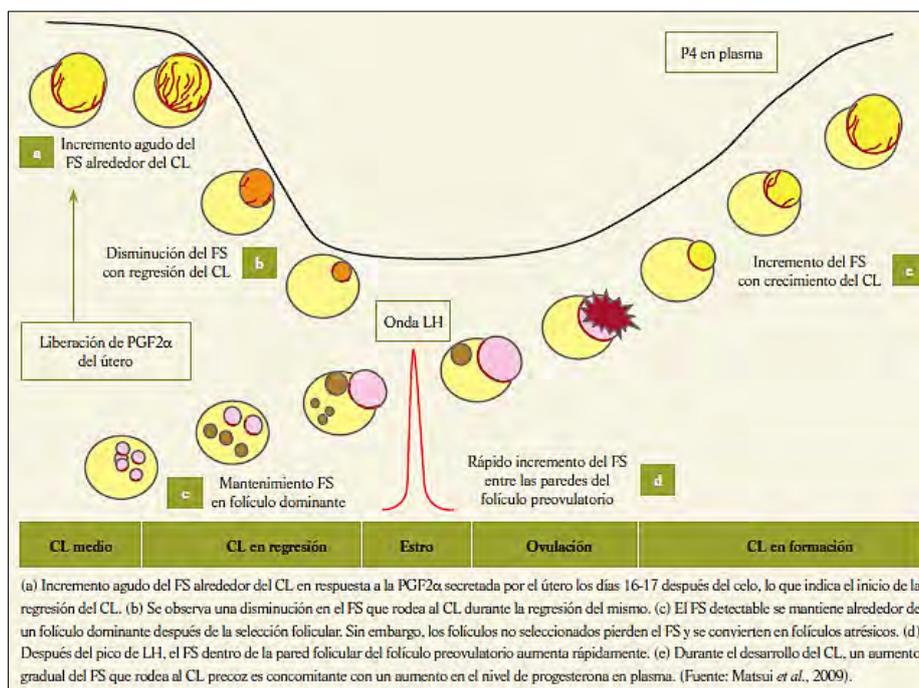
La función reproductiva del ganado bovino es uno de los aspectos que más repercuten en la rentabilidad económica del sistema de producción y es uno de los aspectos a los que hay que prestar más atención cuando se persigue una producción eficiente. Para ello, debe hacerse un diagnóstico general del estado reproductivo de la explotación utilizando herramientas disponibles en el mercado, una de las cuales es la ecografía. Los veterinarios prefieren cada vez más este método, ya que permite el diagnóstico y la monitorización del aspecto reproductivo de una manera precisa, rápida, no invasiva y en tiempo real.

Hasta hace unos años, esta técnica no se podía desarrollar en condiciones de campo, ya que los equipos eran de gran tamaño. En la actualidad, existen ecógrafos portátiles Doppler color que hacen posible su utilización en la clínica de campo, aunque el problema surge en el momento de adquirirlos. Estos aparatos cuestan alrededor de 15.000 €, por lo que suponen una inversión considerable, y, hasta el momento, los márgenes de beneficio que se obtienen son reducidos si los comparamos con los de un ecógrafo tipo B (imagen bidimensional en blanco y negro). Todo esto, más el tiempo de aprendizaje y de cambio de paradigmas, condiciona la elección a la hora de comprar y utilizar uno u otro ecógrafo.

En los últimos años se han publicado algunos artículos relacionados con la utilidad de la ecografía Doppler color en la reproducción de ganado vacuno lechero en el ámbito de la investigación. Esta herramienta ha permitido analizar el flujo sanguíneo (FS) durante el crecimiento folicular, la ovulación y el desarrollo y regresión del cuerpo lúteo (CL), por lo que es útil para el diagnóstico diferencial entre quiste folicular y luteal, para predecir la mortalidad embrionaria, la respuesta superovulatoria y la selección de receptoras.

## CAMBIOS EN EL FLUJO SANGUÍNEO EN LOS OVARIOS

El abastecimiento de sangre hacia los folículos y el CL está estrechamente relacionado con el crecimiento folicular, la atresia y la ovulación. En conjunto, los complejos cambios estructurales, secretores y funcionales que se producen en el ovario están estrechamente relacionados con variaciones locales en el flujo de sangre (ver esquema).



Vista esquemática de los cambios en el flujo sanguíneo ovárico durante el ciclo estral en una vaca.



Imagen 1. Vascularización en la pared del folículo.

### CRECIMIENTO FOLICULAR

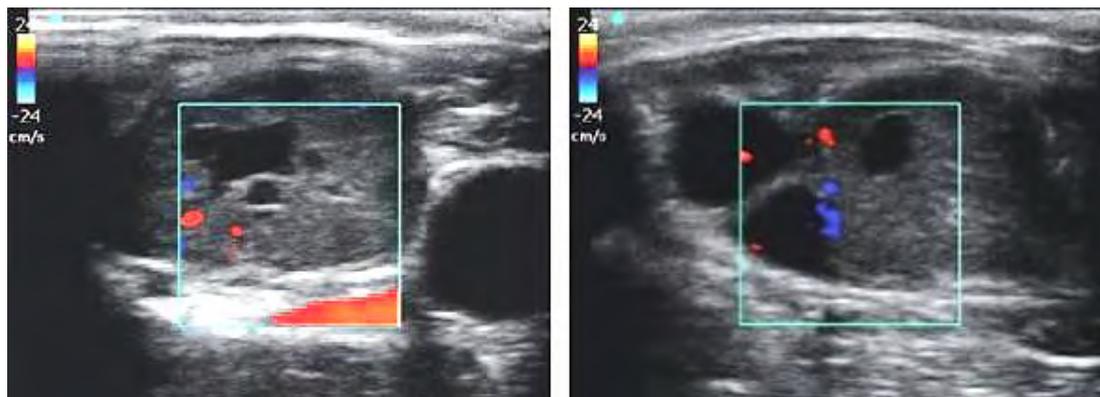
En diferentes estudios dirigidos a determinar el papel de la vascularización en las paredes de los folículos en crecimiento (imagen 1) se ha observado que, en cada uno de los folículos de tamaño superior a 2,5 mm de diámetro de la primera onda folicular y antes de la desviación folicular, la tasa de FS en los folículos más grandes fue similar a la de sus predecesores en tamaño. Pero, inmediatamente después de la selección del folículo dominante, la tasa de folículos con FS disminuyó de forma significativa en los segundos folículos más grandes. Además, los folículos pequeños con FS detectable tuvieron diámetros mayores que aquellos con FS no detectable desde el primer día antes de la ocurrencia de la desviación folicular. Del mismo modo, se ha observado en folículos preovulatorios una extensa vascularización en las paredes foliculares. Todos estos hallazgos nos sugieren que el crecimiento folicular, la selección y la atresia estarían estrechamente asociados a los cambios en el suministro de sangre hacia un folículo individual.

### LA OVULACIÓN

Uno de los cambios más importantes en el ovario lo constituye la ovulación o la ruptura de la pared folicular. Por ello, ha sido necesario caracterizar los cambios en el FS de los folículos preovulatorios antes de la secreción de hormona luteinizante (LH). Un estudio realizado a tal efecto detectó la presencia de FS local en la teca externa de los folículos maduros. Alrededor del inicio del pico de LH, el FS incrementó rápidamente y alcanzó un máximo antes de la ovulación. Este estudio demuestra, por lo tanto, que habría una relación entre el FS local de la pared folicular con los cambios estructurales y funcionales que ocurren en ella durante el proceso de ovulación.

### DESARROLLO DEL CUERPO LÚTEO Y SU FUNCIÓN

El cuerpo lúteo (CL) es uno de los órganos más vascularizados y que reciben la mayor tasa de FS por unidad de tejido que cualquier otro órgano del cuerpo (imágenes 2 y 3). Durante el desarrollo del CL, un incremento gradual del FS alrededor del CL temprano fue concomitante con incrementos del volumen y concentración de progesterona en el plasma sanguíneo. Todo ello sugiere que el FS del CL está estrechamente relacionado con el potencial para producir y liberar progesterona (demostrado en mujeres y en vacas).



Imágenes 2 y 3. Flujo sanguíneo en el cuerpo lúteo.

## REGRESIÓN DEL CUERPO LÚTEO

La determinación de los cambios en tiempo real del FS local dentro del CL en regresión es posible si se emplea la relación de la caja de color en una imagen de sección en el diámetro máximo del CL, el cual sirve como índice cuantitativo importante.

En luteólisis espontánea se observó un incremento definido del FS alrededor del CL durante los días 16-17 del ciclo, que coincidía con incrementos de los niveles en plasma de 14-dihydro-15-keto-prostaglandin F2a (PGFM), un metabolito de la prostaglandina F2a (PGF2a), seguido por una disminución del nivel de progesterona en plasma un día después. Además, los investigadores han determinado un incremento del FS del CL a mitad del ciclo 30 minutos después de la inyección de una dosis luteolítica de PGF2a. También, con la ayuda del eco-Doppler, demostraron que los niveles de progesterona y los niveles pulsátiles del PGFM difieren considerablemente entre los periodos pre, trans y posluteolíticos.

## UNA HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

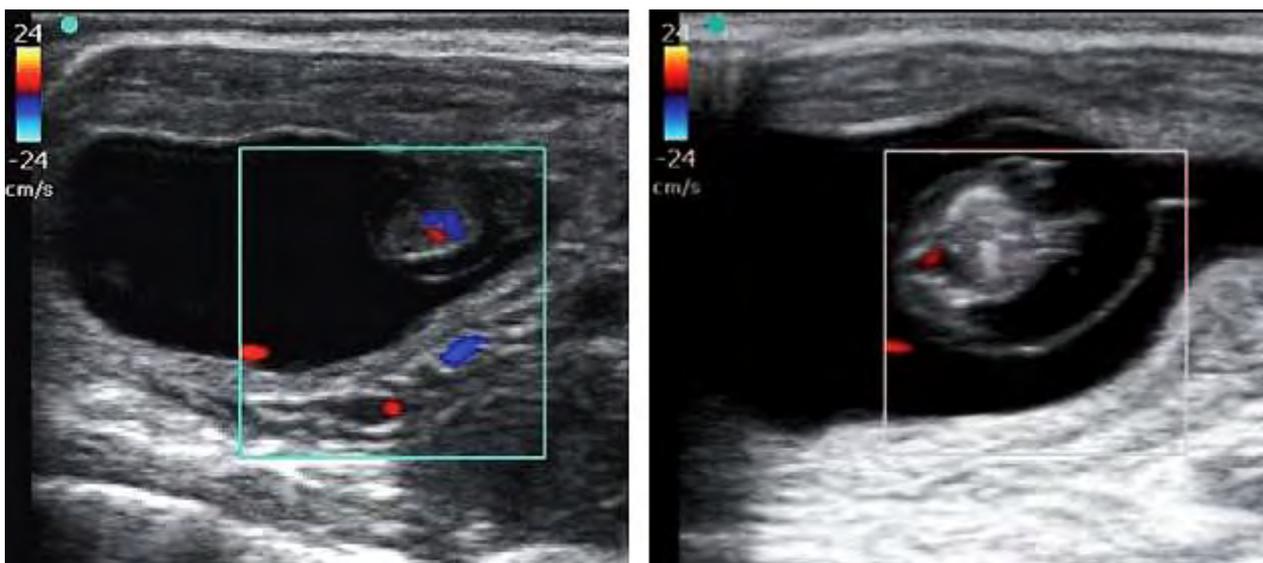
El flujo sanguíneo puede utilizarse como una herramienta para realizar el diagnóstico diferencial en distintos supuestos.

## QUISTES OVÁRICOS

Aunque ambos tipos de quistes (foliculares y luteinizados) tienen una estructura uniforme anecogénica mayor de 25 mm de diámetro, las diferencias en la apariencia mediante ecografía ya se han documentado en el modo B, clasificando el tipo de quiste en función del grosor de la pared folicular. Los quistes foliculares se diferencian de los luteínicos por un grosor menor o mayor a los 3 mm, respectivamente. Sin embargo, el eco-Doppler tiene una aplicación más efectiva para confirmar la estructura de las paredes foliculares, debido a que se muestra con mayor nitidez la ubicación del FS en el espesor de esta pared, diferenciando así un quiste folicular de uno luteal cuando la sangre se ubica dentro o fuera de la pared, respectivamente.

## DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN

El uso de la ecografía transrectal para realizar el diagnóstico precoz de gestación es una aplicación práctica de la ecografía en la reproducción del ganado vacuno. Las ventajas potenciales del uso de la ecografía para diagnóstico de gestación radican en que la presencia de un embrión puede ser detectada antes que con palpación rectal. Aunque el embrión puede observarse por primera vez de los días 19 a 24 de la gestación, se recomienda no realizar el diagnóstico antes de los 28-30 días, para obtener altos niveles de precisión. En esta situación, el eco-Doppler puede facilitar la determinación de la presencia y la vitalidad del embrión, al ser más fácil identificar el latido cardíaco (imágenes 4 y 5).



Imágenes 4 y 5. Diagnósticos de gestación con eco-Doppler. Véase en el interior del embrión el flujo de sangre en el corazón.

En las vacas no gestantes el estro vuelve a aparecer en un intervalo normal de 18-24 días tras la inseminación artificial (IA), después de que tenga lugar la regresión del CL. Por lo tanto, una evaluación del CL en esta última etapa del ciclo puede permitir una determinación correcta del estado de gestación.

La evaluación del FS del CL tardío puede permitir una mejor monitorización del estado de la preñez. Dado que el flujo de sangre que rodea al CL llega a un máximo y luego disminuye progresivamente durante la regre-

sión, el seguimiento de su fluido sanguíneo se puede utilizar para monitorizar la gestación inicial. Para ello, el eco-Doppler color ha permitido observar que en vacas no preñadas el FS alrededor del CL disminuye a los 19 días posovulación, mientras que en las preñadas el FS del CL tardío se mantiene 16-23 días después de la ovulación. De ahí que una disminución del FS alrededor del CL durante los días 19 al 23 constituya un indicador de no preñez, por lo que la monitorización del FS del CL durante estos días puede ser útil para el diagnóstico y posterior monitorización de la preñez.

El eco-Doppler color ha permitido comparar el FS folicular durante la IA en relación al éxito de la misma. Así, lograron determinar que las novillas cuyos folículos presentaban un mayor grado de FS en el momento de la IA quedaban preñadas con mayor facilidad. Estos hallazgos soportan la hipótesis de que existe una relación directa entre del FS del folículo preovulatorio y el éxito de conseguir gestaciones después de la IA.

### **PÉRDIDAS EMBRIONARIAS O FETALES**

La observación del FS que rodea al CL puede utilizarse no sólo para el diagnóstico de gestación, sino también para el de muerte embrionaria temprana. La regresión del CL precede a la muerte embrionaria cuando se detecta antes del día 25, mientras que si la muerte embrionaria ocurre entre los días 25 y 40, la regresión del CL ocurre en los días siguientes. Así, imágenes de la disminución del FS luteal pueden predecir o confirmar la muerte embrionaria.

### **TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

La evaluación del CL mediante eco-Doppler puede ser muy útil en la transferencia de embriones. Se conoce que las concentraciones mínimas de progesterona en plasma y el retraso en el inicio de su secreción después de la ovulación están asociadas al retardo en el crecimiento embrionario y a la baja secreción de interferón-tau (IFN- $\tau$ ). Los embriones retardados podrían finalmente morir, o las bajas concentraciones de IFN- $\tau$  podrían conducir a una regresión lútea o cese de la preñez. En efecto, bajos niveles de progesterona en sangre se asocian con baja fertilidad. En consecuencia, la monitorización de la funcionalidad del CL (secreción progesterona) mediante eco-Doppler color puede aplicarse para evaluar la fertilidad y seleccionar así los animales receptores antes de realizar una transferencia de embriones.

### **RESPUESTA A LA SUPEROVULACIÓN**

El objetivo de los tratamientos de superovulación en la vaca es obtener el máximo número de embriones fecundados y transferibles. Los sistemas comerciales de transferencia de embriones tienen una amplia variedad de protocolos para la inducción de la superovulación. La variabilidad en la respuesta ovárica se ve afectada por varios factores, tales como los tratamientos de superovulación, el estado nutricional del animal, el historial reproductivo, la edad, la estación, la raza, el estado del ovario en el momento del tratamiento y los efectos de las superovulaciones repetidas.

Varios estudios han demostrado que la respuesta superovulatoria en el ganado vacuno se relaciona positivamente con el pool de folículos primordiales y crecientes en el ovario. Se puede utilizar un examen ecográfico de los folículos de 3-6 mm de diámetro antes del tratamiento superovulatorio para predecir la respuesta superovulatoria.

Un estudio con ecografía Doppler color puso de manifiesto que alrededor del período de selección, los folículos pequeños con flujo de sangre logran desarrollarse, al contrario que los que no presentan FS. Como el suministro de sangre a los folículos individuales proporciona gonadotropinas y nutrientes que apoyan el crecimiento folicular, las cohortes de folículos que incluyen muchos folículos con FS detectable mostrarán una buena respuesta al tratamiento superovulatorio. Por lo tanto, el examen del número de folículos pequeños con FS detectable al inicio del tratamiento con gonadotropinas puede ser un índice útil como predictor de la respuesta superovulatoria.

En consecuencia, la ecografía Doppler color, al proporcionar imágenes tanto anatómicas como de FS, nos permitirá contar los folículos de entre 3 y 6 mm y determinar aquellos con FS detectable.

### **LAS POSIBILIDADES DE USO EN CAMPO**

La ecografía Doppler color es una herramienta no invasiva que combina datos anatómicos y de flujo sanguíneo útiles para evaluar el aparato reproductor de la vaca en su estado normal y patológico. Así, esta herramienta ha permitido evaluar la función luteal, el desarrollo folicular, el embrión y el feto, por lo que estudios recientes demuestran su utilidad como técnica para realizar diagnósticos diferenciales más precisos de gestación y no preñez, de quistes foliculares o luteínicos, de riesgos de mortalidad embrionaria o fetal, así como predecir la respuesta superovulatoria y la eficacia en la transferencia de embriones. Por lo tanto, se trata de una nueva herramienta que promete mejorar las técnicas ecográficas actuales o dar otro apoyo a las tradicionales.

Si bien la ecografía Doppler color está siendo utilizada en investigación y centros de referencia como una herramienta valiosa para monitorizar eficientemente la reproducción bovina, su elevado coste (superior a 15.000 €) y el tamaño no versátil de los equipos actuales aún no permiten su uso en la práctica habitual de la clínica rural. En consecuencia, a medida que avance la tecnología y la preparación de los veterinarios en el uso de esta técnica, será una herramienta de un gran potencial para su uso futuro en la clínica bovina.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta TJ, Hayashi KG, Matsui M, Miyamoto A. Changes in follicular vascularity during the first follicular wave in lactating cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2005;51(2):273-80.
- Acosta TJ, Hayashi KG, Ohtani M, Miyamoto A. Local changes in blood flow within the preovulatory follicle wall and early corpus luteum in cows. *Reproduction*. 2003 MAY;125(5):759-67.
- Acosta TJ, Miyamoto A. Vascular control of ovarian function: Ovulation, corpus luteum formation and regression. *Anim Reprod Sci*. 2004 7;82-83:127-40.
- Adams G, Pierson R. Bovine model for study of ovarian follicular dynamics in humans. *Theriogenology*. 1995; 43(1):113-20.
- Bourne TH, Hagstrom HG, Granberg S, Josefsson B, Hahlin M, Hellberg P, et al. Ultrasound studies of vascular and morphological changes in the human uterus after a positive self-test for the urinary luteinizing hormone surge. *Human Reproduction*. 1996 FEB;11(2):369-75.
- Ginther O, Gastal E, Gastal M, Siddiqui M, Beg M. Relationships of follicle versus oocyte maturity to ultrasound morphology, blood flow, and hormone concentrations of the preovulatory follicle in mares. *Biol Reprod*. 2007;77(2):202.
- Ginther O. Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Color-Doppler Ultrasonography. *J.Dairy Sci*. 2007; 90(7).
- Griffin P, Ginther O. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J Anim Sci*. 1992;70(3):953.
- Kastelic JP, Bergfelt DR, Ginther OJ. Ultrasonic-detection of the conceptus and characterization of intrauterine fluid on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*. 1991 MAR;35(3):569-81.
- Mann GE, Lamming GE. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction*. 2001 JAN;121(1):175-80.
- Matsui M, Miyamoto A. Evaluation of ovarian blood flow by colour Doppler ultrasound: Practical use for reproductive management in the cow. *Veterinary Journal*. 2009 SEP;181(3):232-40.
- Miyamoto A, Matsui M. Evaluation of ovarian blood flow by colour Doppler ultrasound: Practical use for reproductive management in the cow. *Reproduction in Domestic Animals*. 2010 SEP;45:54-.
- Miyazaki T, Tanaka M, Miyakoshi K, Minegishi K, Kasai K, Yoshimura Y. Power and colour Doppler ultrasonography for the evaluation of the vasculature of the human corpus luteum. *Human Reproduction*. 1998 OCT;13(10):2836-41.
- Quintela Arias LA, Díaz de Pablo C, García Herradón PJ, Peña Martínez AI, Becerra González JJ. *Ecografía y reproducción en la vaca*. USC. 2006.
- Quintela Arias LA, Díaz de Pablo C, Becerra González JJ, García Herradón PJ. *Atlas de ecografía en la vaca*. Barcelona: Fatro; 2009.
- Santos JEP, Thatcher WW, Chebel RC, Cerri RLA, Galvao KN. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim Reprod Sci*. 2004 JUL;82-3:513-35.
- Siddiqui MAR, Almamun M, Ginther OJ. Blood flow in the wall of the preovulatory follicle and its relationship to pregnancy establishment in heifers. *Anim Reprod Sci*. 2009 JUN;113(1-4):287-92.

[Volver a: Ecografía y ultrasonografía](#)