

Interpretación ecográfica del mapa folicular. Cómo hacer más eficiente el diagnóstico y el uso de las hormonas

Gnemmi, G.^(1,2), Gnemmi, B.⁽¹⁾ Maraboli, C.V.A.⁽¹⁾, Saleri, R.⁽³⁾ y De Rensis, F.⁽³⁾

Introducción

En los últimos 25 años, la atención de los veterinarios implicados en la reproducción se ha centrado en la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). La sincronización, la pre-sincronización, la re-sincronización, han acaparado la atención de veterinarios, técnicos y ganaderos, desviando a menudo la mirada de otros problemas que pueden reducir, y de hecho lo hacen, la eficiencia reproductiva del rodeo. Independientemente de los problemas a los que tenga que enfrentarse para conseguir buenas/muy buenas tasas de preñez, el veterinario debe conocer perfectamente el ciclo estral y la dinámica folicular de las vacas que intenta preñar. Es su "alfabeto" y es sabido que sin conocer "el alfabeto" no es posible leer, no es posible escribir, ...no es posible comunicarse. Sin un conocimiento profundo del ciclo estral y de la dinámica folicular no es posible optimizar la gestión reproductiva. Sin este conocimiento no se puede utilizar PGF 2α , GnRH o sincronizar la ovulación y esperar una alta eficiencia reproductiva.

Dinámica folicular

En 1956, el fisiólogo ruso Rajakoski propuso por primera vez la teoría del crecimiento folicular por ondas^(1,8). Según esta hipótesis, el ciclo ovárico no dependía de que un folículo comenzara a crecer inmediatamente después de la ovulación

del folículo de Graaf precedente, terminando su crecimiento con la ovulación unos 21 días después, sino que había ondas de crecimiento folicular. Rajakoski propuso un modelo de dos ondas. Esta hipótesis no fue finalmente aceptada hasta finales de los años 80, cuando, gracias a la ultrasonografía, se demostró la consistencia de la hipótesis de Rajakoski y se descubrió que había vacas con tres e incluso más de tres ondas de crecimiento folicular. Alrededor del 80% de las vacas lecheras (*Bos taurus* y *Bos indicus*) tienen dos ondas de crecimiento folicular, con un ciclo de 18-19 días, mientras que en el caso de las vacas de carne ocurre exactamente lo contrario: el 80% tiene tres ondas de crecimiento folicular, con un ciclo de 22-23 días⁽¹⁾. En el caso de las vaquillonas, todavía se está en lo que podría llamarse la fase de "trabajo en curso": se sabe que las vaquillonas de carne tienen en un 80% tres ondas de crecimiento, mientras que para las vaquillonas lecheras el debate sigue abierto: 80:20, 60:40, 50:50 de tres ondas a dos ondas, dependiendo de los trabajos que se consideren. Sin embargo, los autores están convencidos de que incluso en las vaquillonas lecheras prevalecen las tres ondas de crecimiento. Esta convicción se basa en los pobres resultados de la aplicación de Ovsynch[®]7 en vaquillonas. De hecho, es sabido que este esquema de sincronización de la ovulación sólo funcio-

(1) BOVINEVET INTERNACIONAL SL. HUESCA (ES)

(2) Veterinary Faculty Catholic University of Valencia (ES)

(3) Department of Veterinary Medical Science, University of Parma, Italy. E-mail: giovanni.gnemmi@bovinevet.com

Recibido: 28 de abril de 2022.

Aceptado: 10 de mayo de 2022.

Taurus Año 24; N° 95: 26-38

Línea Reproductiva



Accede a nuestro vademecum

Pluselar 1,2

Pluselar 0,6

Dispositivos intravaginales
con progesterona

Pluset FSH - LH

Veteglan d-cloprestenol

Vetegon R (NUEVO LANZAMIENTO)

Gonadotropina Coriónica equina Recombinante

Vetegon eCG

Gonadotropina Coriónica equina

Benzoato de estradiol

Cipionato de estradiol

Pluserelina Buserelina acetato



ENTERATE MÁS,
SEGUINOS EN LAS REDES.
WWW.CALIER.COM.AR

www.calierformacion.com



na en vacas con dos ondas de crecimiento ^(5,6,7).

Es raro encontrar ganado *Bos taurus* que tenga más de tres ondas. El número de ondas de crecimiento folicular está determinado genéticamente, pero en determinadas condiciones, como el estrés térmico y/o el balance energético negativo, las vacas de dos ondas pueden convertirse en vacas de tres ondas durante un determinado tiempo ⁽¹⁾.

En los modelos de dos ondas de crecimiento la duración del ciclo es menor, sin embargo, existe una fase de dominancia más larga. El folículo de Graaf tiene un diámetro mayor y el ovocito que ovule será 60-72 horas más viejo, y por tanto menos fértil, que el ovocito que ovule en una vaca de tres ondas de crecimiento ⁽²⁾.

El ciclo estral

El ciclo estral consta de dos fases: la fase lútea y la fase folicular.

La fase lútea se divide a su vez en metaestro y diestro y se caracteriza por el crecimiento del cuerpo lúteo (CL) y un perfil hormonal con dominio de progesterona.

La fase folicular se divide en proestro y estro y se caracteriza hormonalmente por la presencia de estrógenos, responsables de la maduración del folículo dominante de la onda ovulatoria en el folículo de Graaf.

a) Fase lútea

Metaestro

El metaestro comienza con la ovulación del folículo de Graaf del ciclo anterior y termina con la desviación del folículo dominante de la primera onda de crecimiento folicular.

Reclutamiento folicular. La aparición de cada onda de crecimiento folicular depende de un pico de FSH: el pico estrogénico del folículo de Graaf del último ciclo estral provoca un pico de GnRH desde el hipotálamo. La GnRH, a través del sistema portal hipofisario, estimula la hipófisis anterior determinando la liberación de un pico de LH (responsable de la ovulación del folículo de Graaf) y un pico de FSH (responsable del nuevo reclutamiento folicular). El número de folículos reclutados depende de la especie (>> en *Bos indicus*), de la raza, de la producción (en las vacas lecheras), del estado fisiológico (pre-puberal, no preñada, preñada), de la edad, del número de partos, de la temporada, etc. ^(2,3). Sólo se reclutan folículos de

al menos 3 mm de diámetro que, en las primeras 48 horas, crecen de forma similar: aproximadamente 1,0 mm/día. Cuarenta y ocho horas después de la ovulación, los folículos de la cohorte han alcanzado un diámetro de 5 mm; a partir de este momento, las células de la granulosa producen una hormona glicoproteica, la inhibina, que provocará el rápido descenso de la FSH.

Selección folicular. Como resultado de lo que se acaba de describir, se produce la selección de un grupo de folículos, que crece más rápido que todos los demás. Uno de estos folículos crece más y, en el nivel más bajo de FSH (nadir) se desviará, dando lugar al folículo dominante (FD) de la primera onda.

Desviación folicular. En el 50% de los casos, la desviación del FD se produce en el día 4 del nuevo ciclo, mientras que el 50% restante se desvía entre el día 5 y el día 6 ⁽¹⁾. El diámetro de desviación es de 8-10 mm (en *Bos taurus* de leche, un 10-15% más pequeño en *Bos taurus* de carne) (Baruselli 2012 comunicación personal). Debe considerarse el diámetro mínimo que debe tener un FD para asegurar un número suficiente de receptores de LH. Es decir, es el diámetro que debe tener para poder ovular. Con la desviación del FD termina el metaestro y comienza el diestro.



Figura 1. El metaestro termina con la desviación del folículo dominante. Estamos en presencia de un CL grande, tal vez cavitario, y un FD de 8 mm.

Diestro

Es el período más largo del ciclo estral. Distinguimos un diestro temprano (5-10) y un diestro tardío (11-15). Durante el diestro tenemos la maduración y regresión del primer FD y el reclutamiento de la 2ª onda de crecimiento foli-

Para que tu campo esté
siempre lleno de vida.



Consulta con tu médico veterinario



BIOABORTOGEN® H

Aplicala antes del servicio y durante la preñez a vacas y vaquillonas para prevenir el síndrome reproductivo bovino y evitar brotes de *leptospirosis*.

La evolución de la salud animal.



cular, la selección y desviación del 2º FD, que en las vacas de dos ondas será el folículo de Graaf. En las vacas de 3 ondas de crecimiento también se produce la regresión del 2º FD, el reclutamiento de la 3ª onda de crecimiento, la selección y el desvío del 3º FD, futuro folículo de Graaf.

Durante la primera parte del diestro, el FD de la 1ª onda crece gracias a la pulsatilidad, aunque débil, de la LH. El CL crece produciendo progesterona que bloquea la liberación de LH (retroalimentación negativa de la progesterona sobre el Hipotálamo).



Figura 2. Durante el diestro temprano se desarrolla el 90% del volumen lúteo. Sin embargo, el nivel de progesterona entre los días 5 y 10 del ciclo aumenta de 3,0 a 4,5 ng/mL.

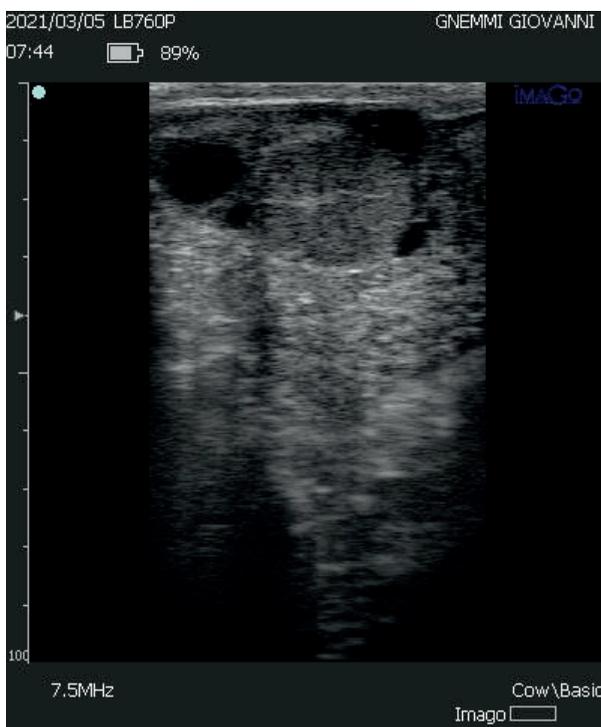


Figura 3. Durante el diestro tardío, el CL entre el día 10 y el día 14 aumenta el último 10%. Sin embargo, el nivel de progesterona entre el día 10 y el día 14 del ciclo aumenta de 4,5 a 7,5 ng/mL.

En las vacas con dos ondas de crecimiento, el FD de la primera onda alcanza su máximo desarrollo entre el 8º-9º día post ovulación; hay un pico de estrógenos que determina un pico de GnRH, responsable sólo de la liberación de FSH ya que la LH está bloqueada por el nivel de progesterona (4,0-4,5 ng/mL entre el 9º-10º día del ciclo). Comienza la nueva onda de crecimiento folicular y termina la primera parte del diestro.

Durante la segunda parte del diestro, ocurre la selección y desviación del FD de la 2ª onda de crecimiento, que en el caso de las vacas de dos ondas será el futuro folículo de Graaf.

En ausencia del reconocimiento materno de la gestación, la hembra envía una señal a la hipófisis posterior que liberará oxitocina; la oxitocina estimula los receptores del epitelio endometrial para producir PGF2α, que sale del útero a través de la vena uterina, que fuera del útero está rodeada por ramas de la arteria ovárica. Se produce un intercambio a contracorriente por el que la PGF2α pasa de la vena a las ramas de la arteria ovárica destinadas al CL (4). La PGF2α tiene un efecto vasoconstrictor y, por lo tanto, inicia la primera etapa de la luteólisis: la reducción del suministro de sangre al CL, que iniciará una degeneración hialina. El CL libera más oxitocina, lo que hace que el endometrio produzca más PGF2α... Se trata de un mecanismo de auto-estimulación que conduce a la lisis total del CL. La PGF2α induce indirectamente una degeneración del CL, cuya producción de progesterona se detiene gradual pero rápidamente. Al cesar la retroalimentación negativa de la progesterona sobre el hipotálamo, termina la fase lútea y comienza la fase folicular del ciclo estral.

b) Fase folicular

Proestro

Durante esta fase, el FD de la onda ovulatoria madura en un folículo de Graaf. El CL experimenta una rápida atrofia funcional, mientras que hacia el final del proestro comienza también la atresia anatómica y el CL reduce su volumen. La caída drástica de la progesterona conduce a un aumento de la pulsatilidad de la LH, que hace que el FD madure en un folículo de Graaf. Su diámetro aumenta, así como su contenido en estrógenos, lo que produce una retroalimentación positiva en el hipotálamo.

Estro

Cuando el FD de la onda ovulatoria ha alcanzado su máximo desarrollo, se produce la máxima conversión en estrógenos. El pico de estrógenos del folículo de Graaf da lugar a un pico de GnRH, que a su vez es responsable de un pico de FSH, responsable del siguiente reclutamiento folicular, y de un pico de LH unas dos horas después del pico de GnRH. Este pico de LH determinará la ovulación del folículo de Graaf después de unas 25-27 horas ⁽⁹⁾.

El mapa folicular

El mapa folicular es el conjunto de estructuras (folículos y CL) presentes en los ovarios. La presencia/ausencia de un folículo dominante, el número de folículos dominantes, el diámetro del (de los) folículo(s) dominante(s), las características y el número de CL presentes, permiten al técnico decir con muy buena precisión en qué momento del ciclo podría estar la hembra bovina.

Características de los ovarios durante el metaestro

Un buen ecografista, con un buen ecógrafo y una buena configuración del equipo, puede ver el

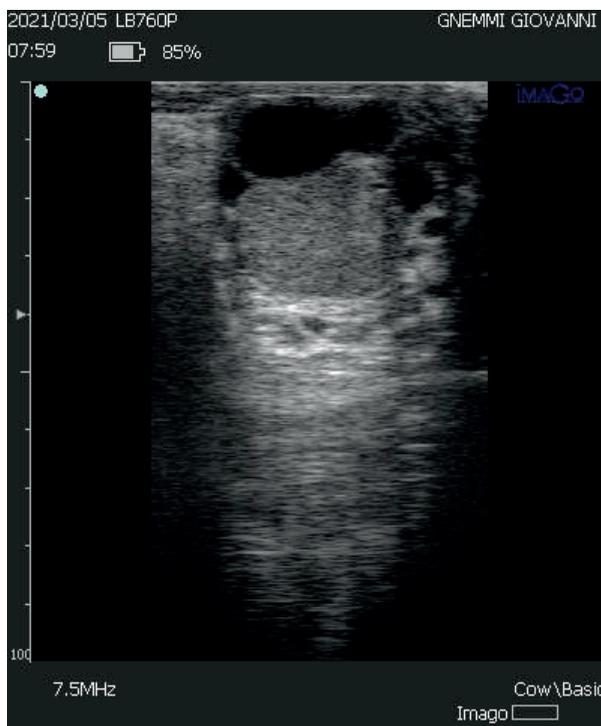


Figura 4. Entre la caída de la progesterona (regresión funcional del CL) y los cambios morfológicos del CL (regresión anatómica), hay un retraso de 60-72 horas. Por lo tanto, el día 18-19 del ciclo es posible encontrar un CL grande pero que no produce progesterona.

Laboratorio de Diagnóstico

ESCANEA PARA MÁS INFO



- Consulta de resultados online
- Envío de materiales para muestras sin cargo
- Interpretación de resultados

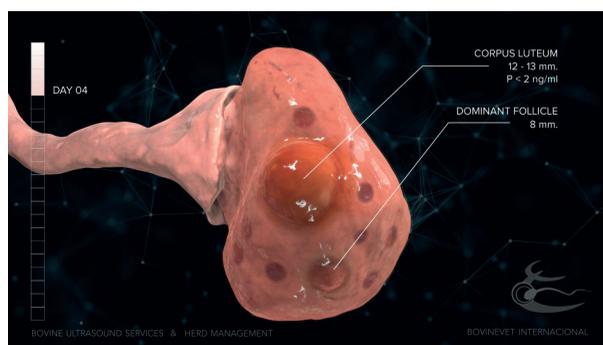
#SanidadInteligente

www.cdv.com.ar | @labcdv |    

CL hemorrágico tan pronto como 4-6 horas después de la ovulación. El CL del principio del metaestro está formado por tejido angiogénico que refleja mucho los ultrasonidos. Sin embargo, para detectar estos aspectos de la ecogenicidad del CL, es necesario trabajar a frecuencias incompatibles con un examen ecográfico transrectal, que sólo pueden reproducirse con sondas de ultrasonido no endocavitarias de 20-25 MHz, el tipo de sonda utilizada en oftalmología.

En las primeras 48 horas del metaestro el nivel de progesterona es $< 1,0$ ng/mL. Los folículos de la cohorte tienen un diámetro inicial de unos 3 mm y crecen a un ritmo idéntico durante las primeras 48 horas. Durante las primeras 48 horas del metaestro, se puede observar en los ovarios un CL de la última ovulación y también el CL del ciclo anterior (CL *albicans*). Con la ecografía en modo B, es imposible distinguirlos y mediante la evaluación Doppler no es fácil hacer un diagnóstico diferencial, debido al muy bajo nivel de vascularización del nuevo CL.

En el ovario, entre 24 y 48 horas después de la ovulación, se encuentran folículos de 3-5 mm de diámetro. En las siguientes 48 horas de metaestro, un grupo de folículos crece más rápido que los demás y uno de ellos en particular (FD). Este mismo folículo se desviará a unas 96 horas de la ovulación en el nivel más bajo de FSH (nadir). El diámetro de la desviación en las vacas lecheras *Bos taurus* es de unos 8 mm. Este es el tamaño mínimo que debe tener un folículo para asegurar un número suficiente de receptores de LH para que ovule. El CL del final del metaestro puede ser cavitario o compacto. Tiene un diámetro de 12-14 mm y produce un nivel de progesterona de 1,5-2,0 ng/mL.



Esquema 1. Ovario al final del metaestro: un CL y un folículo dominante están presentes.

Características de los ovarios durante el diestro

Durante esta fase de aumento de la progesterona se reduce la frecuencia y la amplitud de los pulsos de LH. El nivel de progesterona es de unos 3,0 ng/mL en el día 6 después de la ovulación y aumenta gradualmente en sintonía con el aumento del tamaño del CL e independientemente del tipo de CL que se trate (compacto o cavitario). Durante el 5º y el 10º día del ciclo, el CL aumenta en un 80-90% su volumen total, sin embargo, el aumento de la progesterona producida no es tan grande durante el mismo período. En el día 7-8 del ciclo, el nivel de progesterona es de aproximadamente 3,2-3,5 ng/mL, y aumenta a 4,0-4,5 ng/mL en el día 9-10 del ciclo, cuando comienza la segunda onda de crecimiento folicular ⁽¹⁾. El tamaño del CL también aumenta durante los días 10-14 del ciclo. Se trata de un aumento mínimo (10%), sin embargo, durante este mismo período el nivel de progesterona aumenta mucho. El nivel de progesterona aumenta gradualmente hasta el día 14 después de la ovulación, cuando alcanza 7,5 ng/mL ⁽¹⁾.

Durante la primera parte del diestro se ve el crecimiento regular pero lento del FD de la primera onda. El FD crece y en su membrana basal se produce la conversión de andrógenos en estrógenos, por medio de la aromatasa. Este aumento de los estrógenos es responsable de una retroalimentación positiva al hipotálamo, que aumenta gradualmente su actividad pulsátil de GnRH, que a su vez es responsable del aumento gradual de la FSH, que permanece en el nivel nadir, hasta el día 6 después de la ovulación. Entre el día 8-9 finaliza la primera onda de crecimiento folicular con un pico de estrógenos responsable que determinará un pico de GnRH, que a su vez es responsable del pico de FSH que determina el inicio de la segunda onda folicular entre el día 9-10 del ciclo. Dado el alto nivel de progesterona, no hay aumento de LH. El folículo dominante de la primera onda de crecimiento tiene su diámetro máximo entre el día 8-9 del ciclo con un diámetro de unos 16-18 mm, pero a veces hasta 20 mm. Mientras tanto, entre el día 9-10 comienza la segunda onda de crecimiento folicular. El reclutamiento, la selección y la desviación del segundo FD siguen las mismas reglas que las descritas en la primera onda de crecimiento folicular. El FD de la primera onda de crecimiento comienza



PROTEGÉ TU PRODUCCIÓN AL PRECIO MÁS BAJO



JERINGA PRO-CLOXAM PARA MASTITIS AGUDA

Cloxacilina + Ampicilina



JERINGA PRO-SEC PARA SECADO

Penicilina G Procaínica + Neomicina



Descargá el Vademecum
escaneando este QR.

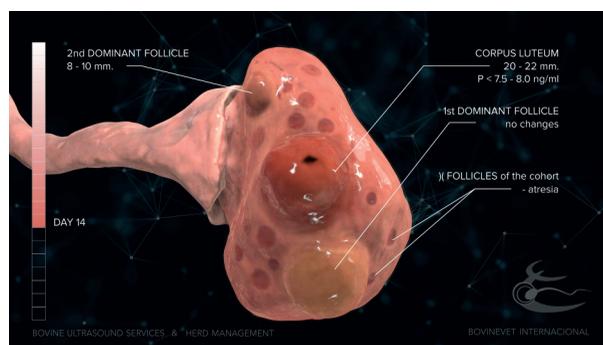
DESDE 1969
PROAGRO
Laboratorio Veterinario

www.proagrolab.com.ar
info@proagrolab.com.ar
0800-555-0008

su regresión entre el día 11-12 después de la ovulación. Esto significa que, en general, hasta el día 11, más raramente el día 12, el FD de la primera onda es todavía capaz de ovular. Por lo tanto, las prostaglandinas, o la GnRH, pueden utilizarse hasta ese momento. A partir del día 13-14 mediante la ecografía de los ovarios podremos encontrar dos FD: uno más grande, el FD de la primera onda de crecimiento folicular, que ya es atrésico, y un FD muy joven de la segunda onda de crecimiento folicular, que mide unos 8 mm en el momento de la desviación. A partir de este momento, será posible volver a inducir la ovulación mediante la administración de una GnRH, o inducir el celo con una prostaglandina.

En el diestro tardío, es decir, después del día 10 tras la ovulación, el nivel de progesterona vuelve a aumentar y con él también el diámetro del CL. Durante la primera parte de esta etapa, el CL en más del 50% de los casos tiene una cavidad. A partir del día 10, el 70% de los CL pierden su cavidad. La pérdida de la cavidad puede producirse por la ocupación total o parcial por material más ecogénico que el tejido lúteo original. Además de las células lúteas, este material está formado por fibrina y glóbulos rojos hemolizados. En la mayoría de los casos, sin embargo, la cavidad se colapsa (de nuevo, el colapso de la cavidad puede ser total o parcial) y en su lugar habrá una cicatriz hiperecogénica que varía en tamaño, forma y posición.

Un 30% de los CL cavitarios conservan su cavidad durante todo el ciclo, mientras que un 30% de los CL pueden perder su cavidad ya en los primeros días después de la ovulación.



Esquema 2. Ovario al final del diestro: el CL ha alcanzado su volumen máximo. Hay dos FDs, uno atrésico de la primera onda y otro activo de la segunda onda.

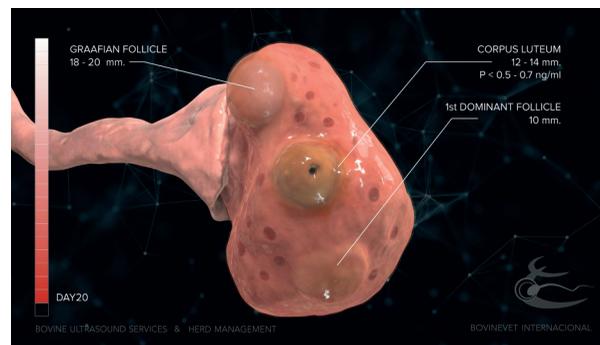
Características de los ovarios durante el proestro

Durante el proestro se produce la maduración del FD de la 2ª o 3ª onda en un folículo de Graaf. El FD de la 2ª onda, hasta el día 17 es más pequeño que el de la 1ª onda, que aunque en atresia conserva la primacía de tamaño hasta el día 18. En el día 18 del ciclo, el mapa folicular es idéntico al que encontramos en el día 14: dos folículos dominantes, uno grande y otro pequeño, un CL. Sin embargo, el perfil hormonal cambia, en el día 14 es progestínico y en el día 18 es estrogénico. Este cambio puede deducirse mediante el análisis ecográfico de la sección uterina, en la que durante el diestro se observará miometrio y endometrio del mismo grosor y ecogenicidad, ausencia de luz en el útero y túnica vascular fina. En cambio, en el proestro, el miometrio aparecerá contraído y ecogénico, la túnica vascular está engrosada y anecogénica, el endometrio engrosado e hipocogénico, mientras que hay una luz uterina con líquido anecogénico y reflejos especulares en ausencia de endometritis.

El CL sufre una atresia funcional a partir del día 16 (en las hembras con dos ondas): en un par de días el nivel de progesterona desciende drásticamente hasta 1,0-1,5 ng/mL el día 18 y hasta menos de 1 ng/mL el día 19 del ciclo. Sin embargo, los cambios morfológicos en el CL se establecen con un retraso de 60-72 horas tras la caída de la progesterona.

Características ováricas durante el celo

El mapa folicular durante el celo se caracteriza por la presencia de un folículo de Graaf de 18-20 mm (en una vaca lechera), la presencia del FD de la primera onda con un diámetro de 10-12 mm y



Esquema 3. Ovario en estro: el FD de la última onda ha madurado en un folículo de Graaf. El cuerpo lúteo es ahora un CL albicans.



VILLAYMORENO.COM.AR



CAMPAÑA
REPRODUCCIÓN
2022

PONEMOS A TU ALCANCE TODAS LAS
LÍNEAS DE REPRODUCCIÓN DE
LAS MARCAS LÍDERES DEL MERCADO.

CONTACTARTE
CON NOSOTROS Y
RECIBÍ EL MEJOR
ASESORAMIENTO
PERSONALIZADO.



Biogénesis Bagó



von franken



zoetis



MSD



Phibro



FIL | GEA



FASCO.AP



+54 911-3151-2518



info@villaymoreno.com.ar



facebook.com/villaymoreno



/villaymoreno.sa

un CL atrésico. En el caso de las vacas con 3 ondas, la caída de la progesterona y los cambios morfológicos del CL se producen con un retraso no inferior a 72 horas; en estas vacas es frecuente encontrar en el día del celo un CL incluso de 16-18 mm, sin embargo el nivel de progesterona es inferior a 1,0 ng/mL.

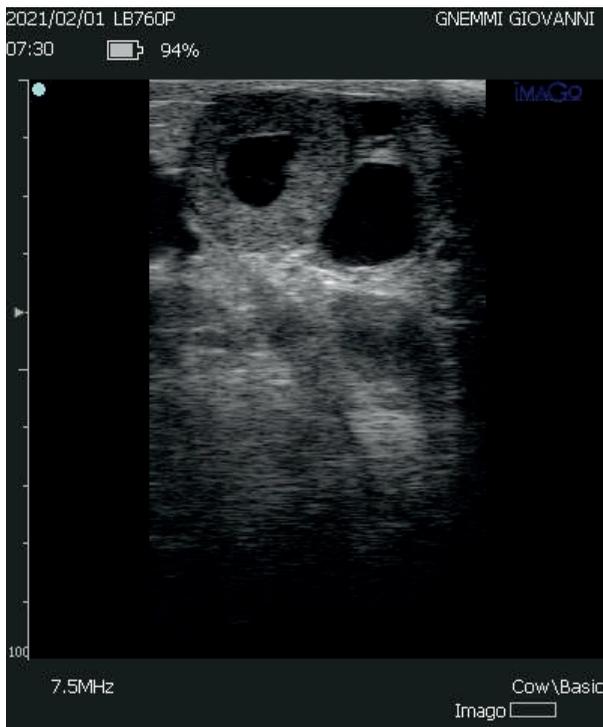


Figura 5. En las vacas con 2 ondas de crecimiento folicular, en el día del celo tenemos un CL atrésico tanto funcional como anatómicamente. En el caso de las vacas de 3 ondas, el día del celo siempre hay una atresia funcional del CL, pero no anatómica: de hecho, se puede encontrar un CL de 16-18 mm en las vacas en celo.

Características ecográficas del útero durante el ciclo

Características del útero durante el metaestro

En las primeras 24-36 horas tras la ovulación, los niveles de estrógenos son tales que el miometrio se contrae, la túnica vascular se engrosa y el endometrio se dilata. El miometrio contraído aparece ecogénico y brillante, en una proporción de 1:2, 1:3 frente al endometrio que, debido a la dilatación de los vasos endometriales, está dilatado e hipocogénico. La presencia de un miometrio contraído externamente y un endometrio dilatado internamente hace que la luz uterina adopte una forma de estrella o de árbol de Navidad. En las primeras 48 horas todavía es visible una buena cantidad de líquido (anecógeno si la vaca no tiene procesos infla-



Esquema 4. El período inmediatamente posterior a la ovulación, es decir, las primeras 36-48 horas del metaestro, se caracteriza por los estrógenos: miometrio contraído, túnica vascular dilatada, endometrio dilatado y forma de estrella/árbol de Navidad del lumen uterino.

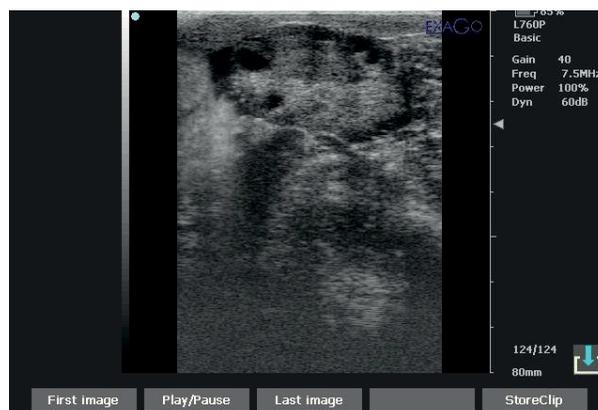


Figura 6. Un buen ecografista con una buena configuración de la unidad es capaz de ver el cuerpo lúteo hemorrágico ya 2-4 horas después de la ovulación.



Figura 7. En las primeras 36-48 horas de la fase lútea, del metaestro, las características del útero son las de un útero en fase de estro. El miometrio está ecogénico y contraído, la túnica vascular anecogénica está engrosada y el endometrio está engrosado e hipocogénico.

matorios en curso), que desaparece casi por completo en la segunda parte del metaestro. Durante las primeras 24-36 horas también es posible ver en la luz uterina artefactos como los reflejos especulares: son artefactos positivos y útiles que aparecen como líneas hiperecogénicas, paralelas entre sí pero independientes del perfil endometrial.

A las 96 horas de la ovulación, la contracción del miometrio se redujo notablemente. La túnica vascular está reducida en volumen. En consecuencia, el suministro de sangre al endometrio también se reduce drásticamente: el endometrio también es más ecogénico y la relación miometrio:endometrio es aproximadamente 1:1.

Características del útero durante el diestro

La hormona dominante es la progesterona. En presencia de progesterona, el suministro de sangre al útero se reduce, por lo que la túnica vascular aparecerá menos gruesa, al igual que los vasos endometriales. Esta situación también afecta a la ecogenicidad del endometrio y a su grosor: el miometrio y el endometrio tendrán el mismo grosor e hipoecogenicidad (esto con frecuencias de trabajo de 5,0-10,0 MhZ).

En presencia de la progesterona, el miometrio deja de contraerse: aumenta su grosor y reduce su ecodensidad aumentando la absorción de los ultrasonidos y haciéndose así menos ecogénico en la pantalla.

Si la vaca no está afectada por un proceso inflamatorio crónico del endometrio, no hay luz en el útero.



Esquema 5. Durante la fase lútea, cuando el nivel de progesterona aumenta, el útero adquiere características típicas: miometrio descontractado y dilatado, túnica vascular fina, endometrio no edematoso de espesor reducido, ausencia de luz en la luz uterina.



Figura 8. Durante el diestro, el útero presenta las siguientes características: el miometrio y el endometrio tienen el mismo grosor y una ecogenicidad muy similar. No hay luz en el lumen uterino y la túnica vascular se reduce a una fina anecogenicidad.

Características del útero durante el proestro

El perfil hormonal está dominado por los estrógenos. El miometrio comienza a contraerse y, por tanto, reduce su grosor, aumentando su ecodensidad. Aparece más fino y ecogénico en la pantalla. El suministro de sangre al útero aumenta: la túnica vascular aumenta de grosor y los vasos endometriales se dilatan gradualmente desde el día 16 hasta el día 19-20 del ciclo estral. El endometrio aparecerá más grueso e hipoecogénico en la pantalla y en su interior se podrán ver manchas ecogénicas, representadas por los vasos sanguíneos dilatados. El lumen uterino aumentará progresivamente su contenido líquido, que, en ausencia de un proceso inflamatorio del endometrio, aparecerá anecógeno, con reflejos especulares. La forma del lumen uterino es la forma clásica del perfil estrogénico: forma de estrella o de árbol de Navidad.

Características del útero durante el celo

Las características del útero durante el celo son las que se acaban de describir: el miometrio está contraído y ecogénico, la túnica vascular engrosada e hipoecogénica con vasos sanguíneos

endometriales dilatados. El lumen uterino tiene forma de estrella o de árbol de Navidad y hay varios reflejos de espejo tanto en secciones longitudinales como transversales.



Esquema 6. Durante el celo, la forma del útero es típica: miometrio contraído, túnica vascular engrosada y aumento del grosor del endometrio, con una forma de estrella/árbol de Navidad del lumen uterino.



Figura 9. La evaluación ecográfica del útero durante el celo permite ver un miometrio contraído y ecogénico, una túnica vascular engrosada y un endometrio edematoso e hipocogénico, con un espesor 2-3 veces mayor hacia el miometrio. El lumen uterino tiene forma de estrella/árbol de Navidad y contiene muchos fluidos anecogénicos.

El papel de la lectura del mapa folicular y el papel del veterinario, gracias a un uso completo e integrado de la ultrasonografía, pasan a ser centrales en el sistema reproductivo. Un uso integral de la ultrasonografía, para reposicionarla como examen complementario permitiendo también al veterinario ginecólogo hacer el 100% de su tarea. Una estrategia también para salir del gueto del diagnóstico precoz de la gestación con o sin Doppler, en el que se ha situado esta extraordinaria técnica.

Bibliografía

1. Adams G.P., Jaiswal R., Singh J., Malhi P. 2008. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology* 69 (2008)72-80
2. Adams GP. 1999. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J Reprod Fertil Suppl* 1999; 54:17-32.
3. Adams, G. P., & Pierson, R. A. 1995. Bovine model for study of ovarian follicular dynamics in humans. *Theriogenology*, 43(1), 113-120.
4. Ginther, O. J., Silva, L. A., Araujo, R. R., & Beg, M. A. 2007. Temporal associations among pulses of 13, 14-dihydro-15-keto-PGF $_{2\alpha}$, luteal blood flow, and luteolysis in cattle. *Biology of reproduction*, 76(3), 506-513.
5. Pursley, J. R., M. O. Mee, and M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows usingPGF $_{2\alpha}$ and GnRH. *Theriogenology* 44:915-923
6. Pursley, J. R., M. R. Kosorok, and M. C. Wiltbank. 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301-306.
7. Pursley, J. R., R. W. Silcox, and M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139-2144.
8. Rajakoski E. 1960. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical, and left-right variations. *Acta Endocrinol* 1960; 34:7-68.
9. Saumande, J., & Humblot, P. 2005. The variability in the interval between estrus and ovulation in cattle and its determinants. *Animal reproduction science*, 85(3-4), 171-182