

ULTRASONOGRAFÍA Y SU USO EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Roberto Rosell Pardo¹, Roberto Llorente Villa, Armentina Ramírez Rubio, Melvis Verdecia Rondon y Ernesto Hernández Torres. 2008. Universidad de Granma, Central del Batey, Campechuela. Granma. Cuba.

1)Dr. M.V. Prof. Auxiliar. Subdirector de Ciencia y Técnica.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Ecografía y ultrasonografía](#)

RESUMEN

Desde inicios de la década del 70, la instrumentación del diagnóstico por ultrasonidos se puso a disposición de la comunidad médica. El desarrollo logrado a finales de esa década permitió el uso de equipos de tiempo real o imágenes dinámicas, lo que hizo de la ultrasonografía una poderosa tecnología adaptable al estudio del tracto reproductivo de animales domésticos mayores a través del Recto.

INTRODUCCIÓN

Desde inicios de la década del 70, la instrumentación del diagnóstico por ultrasonidos se puso a disposición de la comunidad médica. El desarrollo logrado a finales de esa década permitió el uso de equipos de tiempo real o imágenes dinámicas, lo que hizo de la ultrasonografía una poderosa tecnología adaptable al estudio del tracto reproductivo de animales domésticos mayores a través del Recto.

Los equipos de ultrasonografía están compuestos por una consola y un transductor. Con el transductor un operador puede visualizar en la consola órganos previamente accesibles solo con el tracto. Por tanto los equipos de ultrasonografía se han convertido en una importante herramienta en los programas investigativos. Además se han integrado a la clínica y programas comerciales en la reproducción de animales domésticos (Pierson et al., 1988).

Gracias a que la ultrasonografía es una técnica no invasiva, se ha venido usando generalmente para el estudio de los órganos reproductivos del ganado bovino entre otras especies. Su uso permite la visualización in vivo de órganos internos, además de su seguimiento durante varios días.

Diferentes autores han desarrollado estudios sobre la morfología ultrasónica del ovario y del cuerpo lúteo y sobre la ovulación (Quirk et al., 1986; Pierson y Ginther, 1986; Sirois y Fortune, 1988; Fortune et al., 1988; Ko et al., 1991; Savio et al., 1988; Ginther et al., 1989; Kastelic et al., 1990; Rodhes et al., 1995; Figueiredo et al., 1997; Singh et al., 1997). También se ha estudiado la dinámica y morfología del útero y se han logrado exámenes ultrasónicos del feto, incluyendo la identificación del sexo.

La mayor ventaja de la ultrasonografía es la posibilidad del seguimiento dinámico y periódico del mismo animal. Eso permitió llegar a descubrimientos de gran importancia para la reproducción animal y a una mayor comprensión de los eventos que normalmente ocurren durante el ciclo estral, y seguramente nos llevará a aumentar el potencial reproductivo del bovino en programas normales de manejo o para esquemas de mayor tecnología como la superovulación y la transferencia de embriones.

Con el uso del ecógrafo podemos llegar a determinar con mayor eficacia el momento óptimo del comienzo de los tratamientos para obtener la mayor cantidad posible de embriones viables por lo consiguiente el objetivo que nos proponemos con este trabajo es proporcionar a los investigadores, médicos, técnicos veterinarios zootecnista y agropecuarios una breve explicación de la utilidad práctica e investigativa que nos brinda el uso de la ultrasonografía para el desarrollo de la reproducción animal en las producciones pecuarias.

Palabras claves: ultrasonografía, tecnología, diagnóstico, producción animal.

DESARROLLO

Principios básicos

El principio del funcionamiento de la ultrasonografía se basa en la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, similar a las ondas sonoras usada para estudiar la estructura del fondo del océano. El origen de las ondas de un transductor de ultrasonido es similar al de las ondas de sonido audible producidas por un tambor.

Los equipos de ultrasonidos trabajan mediante la aplicación de pulsos eléctricos continuos a cristales pizeoeléctricos ubicados en un transductor, los cuales producen vibraciones características que dan como resultado ondas de presión acústica (sonido) sobre los tejidos contiguos. Las ondas ultrasonoras son dirigidas a través de los tejidos por movimientos del transductor, variando el ángulo de dirección de éste. Dichas ondas viajan a través del

cuerpo aproximadamente a una velocidad de 1540 m/seg con una capacidad de penetración pequeña (2 mm); lo que implica que las imágenes observadas en la pantalla son equivalentes a un corte histológico y casi instantáneas.

La proporción del sonido emitido que es reflejada (eco) comprime los cristales pizoeléctricos del transductor, lo que provoca que éstos conviertan el sonido en impulsos eléctricos; impulsos que son enviados a un receptor. El receptor amplifica la señal y luego es digitalizada por un convertidor. Finalmente el resultado es mostrado en la pantalla de la consola con distintos grados de gris que van desde el blanco hasta el negro. La escala de colores de los equipos de ultrasonografía tiene de 16 a 64 tonos de gris.

Los tejidos pueden propagar o reflejar las ondas sonoras en diferentes grados. Las características del tejido determinan qué proporción del sonido emitido puede ser propagada o reflejada. Los tejidos que contienen líquidos (fluido folicular o fluido del saco gestacional) propagan las ondas sonoras y se denominan anecoicos o no ecogénicos. Estos se observan de color negro en la pantalla. En el otro extremo se encuentran los tejidos densos (huesos del feto, cervix) que reflejan intensamente las ondas sonoras y se denominan hiperecoicos o hiperecogénicos. Estos se observan de color blanco en la pantalla. Los tejidos de una consistencia intermedia (estroma ovárico, útero) propagan las ondas sonoras de forma intermedia y se denominan ecoicos o ecogénicos. Aparecen en la pantalla, en distintos grados de gris de acuerdo a la capacidad de los mismos para reflejar las ondas.

La densidad o impedancia acústica de los tejidos es una medida de su resistencia a la propagación de las ondas sonoras que reciben. Cuando tejidos de diferente densidad o impedancia acústica están en contacto es posible observar una interfaz, es decir, la definición de un límite estructural entre ambos tejidos. Ese límite unido a la información que podemos obtener de sus respectivas densidades nos permiten evaluar los cambios normales o anormales en cada uno.

La ecogenicidad de los órganos reproductivos del bovino puede variar en dependencia del estado en que se encuentren. Por ejemplo, los cambios morfológicos que sufre el útero como consecuencia del patrón de secreción de las hormonas ováricas, son reflejados en su ecotextura. Los tonos grises en el estro son más intensos que en el diestro, debido a la mayor irrigación sanguínea de este órgano durante el estro (Ginther y Pierson, 1984).

Equipos ultrasonográficos

Para el trabajo con bovinos, equinos, caprinos, ovinos, camélidos y otras especies domésticas y silvestres, se emplean los equipos ultrasonográficos de tiempo real y modo B. El tiempo real se refiere a la obtención de una imagen instantánea en el monitor, producto de la emisión continua de ondas sonoras. El modo B se refiere a la modalidad de brillo de la imagen. El brillo es proporcional a la magnitud del retorno del eco. La imagen es un corte bidimensional del órgano en estudio y está conformada por numerosos puntos con diferentes intensidades de brillo.

La capacidad de resolución de un equipo depende de la frecuencia de las ondas sonoras. La frecuencia es el número de vibraciones de la fuente acústica por segundo. La frecuencia de los ultrasonidos es medida en Megahertz (MHz). Un MHz equivale a un millón de ondas sonoras por segundo. Altas frecuencias permiten una mayor resolución de la imagen, y por tanto, mayor nitidez. Bajas frecuencias permiten obtener mayor penetración en los tejidos estudiados, observando mayor cantidad de área, aunque con menor nivel de detalles.

Los transductores se clasifican en dos grupos de acuerdo a su capacidad de frecuencia. Los de menos de 3.5 MHz son considerados de baja frecuencia. Estos para obtener una imagen pueden estar más separados de la superficie de las estructuras en estudio (Ej. Imágenes de un feto). Los de 5 MHz y 7.5 MHz son considerados de alta frecuencia. Son empleados para la observación en detalles de estructuras pequeñas como el ovario o el útero. Al contrario del primer grupo, éstos requieren de una mayor cercanía a la superficie del órgano en estudio. Se prefieren los transductores de altas frecuencias para los exámenes transrectales y transvaginales del tracto reproductivo de vacas y yeguas.

Los transductores se pueden presentar de tres forma: lineales, convexos o sectoriales.

En los lineales, los cristales pizoeléctricos están alineados a lo largo de su superficie. Esta disposición permite que las ondas emitidas viajen de forma paralela y en línea recta. La imagen obtenida es rectangular, se corresponde con la superficie activa cubierta por el transductor y las más cercanas al él aparecen en la parte alta del monitor. La sección observada es, generalmente, un plano sagital con respecto al cuerpo del animal. Las imágenes obtenidas pueden ser mostradas en sentido derecho o izquierdo, a gusto del operador. Generalmente se utiliza en dirección izquierda para orientarse mejor con la disposición de los órganos con respecto a la parte craneal del animal. El diseño del transductor lineal es pequeño, lo que permite su manipulación a través del recto.

Los transductores convexos, como su nombre lo indica, tienen una superficie convexa. Sus cristales están dispuestos sobre la superficie convexa por lo que la imagen obtenida con estos transductores es en forma de abanico semiabierto. Constituyen el intermedio entre lineales y sectoriales. Fueron diseñados para facilitar la obtención de ovocitos a través de punciones foliculares intraováricas. También pueden emplearse en la

ablación de quistes foliculares y folículos dominantes. El diseño de estos transductores es diferente al de los lineales; cuentan con un mango de 50 a 60 cm de largo que permite una mejor manipulación para el diagnóstico transvaginal. En la parte superior del mango se encuentra un canal por donde es introducida la aguja acondicionada para la punción folicular.

Los transductores sectoriales o también llamados de sector tienen una superficie semicircular y sus cristales pizoeléctricos están organizados de esa forma. Las imágenes obtenidas son en forma de abanico completamente abierto. Su uso fundamental es en humanos, sin embargo también se emplean en animales, sobre todo en el diagnóstico de tendones en equinos, y en el diagnóstico de los órganos del tórax y abdomen en las especies menores. Su ventaja radica en que requiere muy poca superficie de contacto para realizar el diagnóstico (Ej. espacio intercostal).

USO DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN LA ESPECIE BOVINA

Clínicamente la ultrasonografía posibilita una examinación exhaustiva del tracto genital, la detección temprana de la preñez, así como la viabilidad del feto (Pierson et al., 1994).

A lo largo del ciclo estral se producen 3 picos de E₂, tanto en la circulación periférica como en las venas ováricas, que son coincidentes con los períodos de dominancia folicular (Ireland y Roche, 1987).

Numerosos han sido los estudios llevados a cabo desde la hipótesis planteada por Rajakoski (1960) citado por Rivera (1993), que sugiere el desarrollo de dos ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral: una entre el día 3 y 12 y otra entre el día 12 y el subsecuente estro (estro = día 1).

Inicialmente los estudios de dinámica folicular se realizaban a través de la observación de los ovarios de vacas sacrificadas, de la ovariectomía, de la palpación transrectal o mediante el marcaje de las estructuras con tinta India (Pierson y Ginther, 1987). Esas observaciones, por ser quirúrgicas, representaban muy pocas observaciones en un mismo animal y por ser animales de matadero, representaban sólo un momento en el ciclo estral de dichos animales.

El advenimiento de la ultrasonografía en la pasada década permitió la observación de los folículos ováricos de forma individual en los ovarios in situ. Esto permitió corroborar las hipótesis sobre el crecimiento folicular y además observar el desarrollo de folículos individualmente.

Savio et al. (1988) reportó el desarrollo de 1 a 4 folículos dominantes durante un ciclo estral encontrando en mayor proporción ciclos con el desarrollo de dos o tres folículos dominantes; sin embargo no reporta, al igual que otros autores, el por qué del desarrollo de esta cantidad de folículos dominantes durante el ciclo estral.

Al crecimiento de un pool de folículos antrales de 3 a 5 mm hasta un folículo dominante (11-20 mm) se le denomina onda (u oleada) de crecimiento folicular.

Los autores difieren en los reportes encontrados en cuanto a la proporción de ciclos con dos o tres ondas. Ginther et al. (1989) encontró que las novillas Holstein estudiadas en su trabajo presentaron, mayoritariamente ciclos con dos ondas. Sin embargo Sirois y Fortune (1988) reportaron en novillas de la misma raza, mayoritariamente ciclos con tres ondas.

A través de la ultrasonografía puede observarse el crecimiento y desarrollo folicular en los ovarios de las hembras domésticas

El proceso continuo de crecimiento y regresión de los folículos antrales que conduce al desarrollo de un folículo preovulatorio es conocido como Dinámica Folicular (Lucy et al., 1992). El uso de la ultrasonografía permitió coleccionar datos sobre el crecimiento folicular en el ovario (Pierson y Ginther, 1984). Definiéndose así los patrones de crecimiento de folículos mayores de 2 mm de diámetro (Savio et al., 1988; Taylor y Rajamahendran, 1991).

Durante el ciclo estral bovino ocurren de 1 a 4 ondas de desarrollo folicular y al final de una onda aparece un folículo preovulatorio. Estos conocimientos sobre la dinámica folicular pueden permitir mejorar la fertilidad, sincronizar el estro con más precisión e incrementar la respuesta superovulatoria (Lucy et al., 1992).

La ultrasonografía proporcionó la evidencia de la existencia de un patrón de ondas en el desarrollo de folículos antrales en el ovario bovino (Pierson y Ginther, 1984; Sirois y Fortune, 1988).

Ireland y Roche (1987) dividen la dinámica folicular en tres fases para cada onda:

- a) Fase de selección: Durante esta fase muchos folículos antrales comienzan su crecimiento.
- b) Fase de dominancia: En esta fase uno de los folículos seleccionados se desarrolla a expensas de los otros.
- c) Fase ovulatoria o Fase de atresia: Ocurre cuando el folículo dominante alcanza dimensiones preovulatorias o sucumbe a la degeneración.

Rajakoski (1960) citado por Rivera (1993) fue el primero en sugerir la existencia de dos ondas de crecimiento folicular

El estudio de la dinámica folicular, sobre la base de la morfología, sugiere que es un proceso dinámico dependiente del control local y sistémico (Savio et al., 1988). Sin embargo la presencia física de un folículo, determinado por ultrasonografía, no es un indicador confiable del estado fisiológico del folículo.

Pierson y Ginther (1988); Savio et al. (1988) y Figueiredo et al. (1997) observaron el desarrollo de dos o tres folículos dominantes en vacas y novillas lo cual depende del momento de la regresión del cuerpo lúteo que es quien determina la presencia de 2 ó 3 folículos dominantes durante el ciclo estral (Ginther et al., 1996).

CONCLUSIONES

La ultrasonografía es una poderosa tecnología diagnóstica no invasiva que permite el estudio clínico, endocrinológico y patológico de los órganos internos reproductivos y es una herramienta eficiente para los programas de reproducción dirigida y otras tecnologías reproductivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Figueiredo, R. A.; Barros, C. M.; Pinheiro O. L. and Soler, J. M. P. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (Bos Indicus) cattle. *Theriogenology*, 47: 1489-1504.
- Fortune, J. E.; Sirois, J. and Quirk, S. M. 1988. The growth and differentiation of ovarian follicles during the bovine estrous cycle. *Theriogenology*, 29: 95-109.
- Ginther, O. J. and Pierson, R. A. 1984. Ultrasonic anatomy and pathology of the equine uterus. *Theriogenology*, 21: 505-515.
- Ginther, O. J.; Knopf, L. and Kastelic, J. P. 1989. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.* 87: 223-230.
- Ginther, O. J.; Wiltbank, M. C.; Fricke, P. M.; Gibbons, J. R. and Kot, K. 1996. Selection of the Dominant Follicle in Cattle. *Biol. of Reprod.* 55: 1187-1194.
- Kastelic, J. P.; Pierson, R. A. and Ginther, O. J. 1990. Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology*, 34: 487-498.
- Ireland, J. J. and Roche, J. F. 1987. Hypotheses regarding development of dominant follicles during a bovine estrous cycle. En: Roche, J. F. and Callaghan, D. O'. *Follicular Growth and Ovulation Rate in Farm Animals*. Eds. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague. The Netherlands. p. 1-17.
- Ko, J. C. H.; Kastelic, J. P.; Del Campo, M. R. and Ginther, O. J. 1991. Effect of a dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the oestrous cycle in heifers. *J. Reprod. Fertil.* 91: 511-519.
- Lucy, M. C.; Savio, J. D.; Badinga, L.; De La Sota, R. L. and Thatcher, W. W. 1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. *J. Anim. Sci.* 70: 3615-3626.
- Pierson, R. A. and Ginther, O. J. 1984. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology*, 21: 495-504.
- Pierson, R. A. and Ginther O. J. 1987. Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle. *J. Vet. Med. Assoc.* 190: 995-1002.
- Pierson, R. A.; Kastelic, J. P. and Ginther O. J. 1988. Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. *Theriogenology*, 29: 3-19.
- Pierson, R. A.; Bo, G. A. y Adams, G. P. 1994. Uso de la ultrasonografía para el estudio de los eventos reproductivos en el bovino. En: Resúmenes, I Simposio Internacional de Reproducción Animal 22-24 de Octubre, Córdoba, Argentina. p. 1-9.
- Quirk, S. M.; Hickey, G. J. and Fortune, J. E. 1986. Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrous cycles in heifers undergoing spontaneous and PGF-2a-induced luteolysis. *J. Reprod. Fertil.* 77: 211-219.
- Rajamahendran, R. and Taylor, C. 1991. Follicular dynamics and temporal relationship among body temperature, oestrus, the surge of luteinizing hormone and ovulation in Holstein heifers treated with norgestomet. *J. Reprod. Fertil.* 92: 461-467.
- Rhodes, F. M.; Fitzpatrick, L. A.; Entwistle, K. W. and De'ath, G. 1995. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in Bos indicus heifers before and after nutritional anoestrus. *J. Reprod. Fertil.* 41-49.
- Rivera, G. 1993. Regulación neuroendocrina de la función ovárica. En: Palma, G. y Brem, G. *Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. p. 43-63.
- Savio, J. D.; Keenan L.; Boland, M. P.; and Roche, J. F. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *J. Reprod. Fertil.* 83: 663-671.
- Singh, J.; Pierson, R. A.; Adams, G. P. 1997. Ultrasound image attributes of the bovine corpus luteum: Structural and functional correlates. *J. Reprod. Fertil.* 109: 35-44.
- Sirois, J. and Fortune, J. E. 1988. Ovarian Follicular Dynamics during the Estrous Cycle in Heifers Monitored by Real-Time Ultrasonography. *Biol. of Reprod.* 39: 308-317.

[Volver a: Ecografía y ultrasonografía](#)