

EL ULTRASONIDO EN LA REPRODUCCIÓN BOVINA; APLICACIONES EN DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO*

Pieterse, M. C.. 1999. Rev. Taurus 1(1):18-26. *Trabajo presentado en el Congreso de la Sociedad Francesa de Buiatría, "Le Nouveau Peripartum", París, 25 y 26 de noviembre de 1998.

(1) Department of Herd Health and Reproduction, Faculty of Vet. Med.,
Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Ecografía y ultrasonido](#)

RESUMEN

En la reproducción bovina existe la necesidad de contar con una técnica diagnóstica directa que provea mayor y más precisa información acerca de estructuras uterinas y ováricas fisiológicas y patológicas. La ecografía del tracto reproductivo puede mejorar o confirmar nuestro diagnostico y consecuentemente el tratamiento, especialmente cuando el diagnóstico por palpación rectal es dudoso.

INTRODUCCIÓN

Desde la incorporación de la ultrasonografía a la reproducción equina (19), los ecógrafos formaron parte del equipamiento estándar de muchos veterinarios. Como consecuencia, las aplicaciones en otras especies, especialmente en reproducción, fueron más frecuentes y más intensamente investigadas (16, 34). En el área de la reproducción bovina, las técnicas de imágenes ultrasonográficas bidimensionales son usadas por veterinarios a tres niveles:

Diagnóstico en la práctica diaria, como control posparto del útero en condiciones patológicas, control de la actividad folicular y luteal normal y patológica de los ovarios (6, 14), determinación temprana de preñez (2, 5).

Durante la selección, preparación y control de donantes y receptoras en programas de reproducción artificial, o para la recolección de ovocitos (Ovum Pick-Up) por parte de veterinarios más especializados, sexado fetal (27).

En proyectos de investigación por parte de fisiólogos y clínicos en reproducción.

¿QUÉ ES LA ULTRASONOGRAFÍA Y CÓMO FUNCIONA?

En 1880 se descubrió un efecto llamado cristales piezo-eléctricos. Estos cristales hicieron posible transformar los pulsos eléctricos en ondas de ultrasonido y subsiguientemente una conversión de la cantidad de energía a partir de las ondas reflejadas en pulsos eléctricos (9). Durante la Segunda Guerra Mundial las ondas ultrasónicas fueron utilizadas para detectar submarinos, conocido como SONAR (SOund NAvigation and Ranging). Este principio ha sido adaptado para la visualización de tejidos y líquidos con diferentes densidades en seres humanos y animales (9). El primer sistema para inspeccionar el abdomen y la cavidad pélvica se basó en una técnica similar al sonar: un transductor de ultrasonido fue sumergido en agua. El paciente tuvo que entrar en una tanque con agua y el transductor fue movido en círculos alrededor de él. Gracias al desarrollo de la medicina actual, los transductores de contacto no están hoy en uso. Este avance permitió colocar los transductores directamente sobre el paciente, evitando el uso de agua para la transmisión de las ondas de ultrasonido y sus ecos (9).

¿QUÉ ES UN TRANSDUCTOR?

Un transductor es un instrumento que convierte energía de una forma en otra. Un transductor de ultrasonido con cristales piezo-eléctricos convierte energía eléctrica en energía mecánica para la producción de ondas de ultrasonido y convierte la energía acústica que retorna en energía eléctrica. Un transductor lineal de ultrasonido tiene los cristales piezo-eléctricos ubicados en línea recta. La imagen en la pantalla es rectangular. Un transductor sectorial muestra una imagen en triángulo (9).

Los transductores más utilizados en veterinaria son los de 3.5 MHz, 5 MHz y 7.5 MHz. La penetración con un transductor de 7.5 MHz es de sólo 4 ó 5 cm, por lo tanto permite examinar con claridad estructuras muy cercanas (folículos, cuerpos lúteos, embriones). Los transductores de 5 MHz tienen una penetración de 8 a 10 cm, por lo que permiten visualizar ovarios, úteros y preñeces tempranas. La penetración de los transductores de 3.5 MHz es de 12 a 15 cm. Esta frecuencia puede ser usada en preñeces más avanzadas y condiciones patológicas del útero, tales como piómetra, momificación y maceración (14).

A mayor frecuencia mejor imagen, pero menor penetración.

Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos al utilizar la ecografía en la práctica veterinaria:

La elección del equipo de ultrasonido debe estar basada en las aplicaciones previstas. Si se van a realizar principalmente procedimientos diagnósticos de rutina, tales como control ovárico o diagnóstico de preñez, un equipo simple y pequeño con un transductor de 5 MHz será suficiente. Este equipo permite realizar exámenes transrectales (en equinos, bovinos, pequeños rumiantes, cerdos) y transabdominales (pequeños rumiantes, cerdos, perros y gatos). El transductor de 5 MHz ofrece un balance entre profundidad de penetración (hasta 10 cm a partir del transductor) y calidad de imagen (resolución). En tanto el transductor sea lo suficientemente chico para permitir su manipulación intrarectal, no hay ventajas evidentes del transductor lineal sobre el sectorial.

La rutina de manipulación del ecógrafo en las vacas requiere de "manos extra" y organización.

Aunque muchos de los ecógrafos pequeños son portátiles, no todos los equipos pueden ser operados con batería. Por lo tanto, algunos tienen que ser conectados a una fuente de energía.

Es preferible disponer de un lugar determinado, aislado, con una fuente de energía cercana. De esta manera, las vacas seleccionadas para examen ecográfico pueden entonces ser sujetadas con cepo y el equipo estará seguro.

Debe evitarse la luz solar directa, ya que realizar ecografías con mucha claridad disminuye considerablemente la calidad de la imagen. La menor claridad asegura el mejor uso de las escalas de grises, con lo cual, se obtiene una máxima calidad de imagen.

Luego de retirar la materia fecal que sea necesario, debe tenerse especial cuidado para asegurar que durante la introducción del transductor no entre aire dentro del recto, lo que hace imposible el examen. El uso de gel en el transductor no es esencial, la lubricación normal es suficiente.

Cuando el procedimiento es prolongado, como por ejemplo los exámenes con propósito de investigación, se recomienda el uso de anestesia epidural (2-5 ml de lidocaína). Puede ser útil para una breve relajación de los intestinos una inyección adicional de Buscopan endovenoso (1 ml/100 kg de peso).

Una inyección endovenosa o intramuscular de Domosedan (0.1 ml/100 kg de peso) puede ser muy efectiva. Domosedan no solamente tranquiliza al animal, sino que también induce una relajación prolongada de las paredes del recto para una más fácil manipulación mientras el animal permanece en estación.

RUTINA DEL EXAMEN ECOGRÁFICO

Las estructuras ováricas y uterinas fisiológicas y patológicas pueden ser diagnosticadas en vacas mediante el examen ecográfico transrectal (14). A diferencia de la yegua, el examen transrectal en vacas es más difícil por la anatomía topográfica de los órganos genitales, lo que crea un muy estrecho contacto entre el transductor y las partes del tracto genital. La manipulación simultánea del transductor y tracto genital con la misma mano requiere de cierta práctica. El examen transvaginal, no tan frecuente como el transrectal, también ha sido reportado (21, 22, 24): los ovarios o el útero son rectalmente manipulados contra la pared vaginal anterior y el transductor se coloca a nivel del fornix, por detrás del orificio cervical externo. De esta manera, puede realizarse un procedimiento más controlado, ya que el transductor y los órganos son manipulados independientemente. Sin embargo, el examen transvaginal requiere medidas higiénicas extras y una pieza de extensión para el transductor, debido al largo de la vagina de la vaca. Es de elección el examen transrectal (22, 28).

ECOGRAFÍA DE ÚTERO

El útero no preñado se reconoce por la visualización de una o varias secciones del cuerpo uterino y cuernos encorvados sin encontrar líquidos fetales. Especialmente durante la fase folicular del ciclo estral, los cuernos están mas encorvados por lo cual el número de secciones de los cuernos que pueden ser vistas en el monitor es mayor. Las diferentes partes del útero pueden ser vistas con movimientos lentos del transductor de izquierda a derecha y girando a lo largo de su eje longitudinal.

Para permitir un examen completo del útero es necesario la retracción, y si es posible la reflexión del mismo, previo a que el transductor sea movido a lo largo de las diferentes estructuras. Durante el período alrededor del estro, la imagen de la pared uterina puede mostrar diferentes capas a causa de la distinta ecogenicidad (diferentes grises) entre el miometrio y el endometrio resaltada por el estrato vascular, visto como pequeños vasos sanguíneos llenos de líquido (negro). Algunas veces pueden visualizarse pliegues del endometrio.

El diagnóstico temprano de preñez se basa en el reconocimiento de líquido (imagen completamente anecogénica, negra) dentro de la luz del útero. Sin embargo, la mayoría de los estudios han mostrado que este diagnóstico temprano (antes del día 25) no es del todo confiable, debido a que la presencia de pequeñas cavidades de líquido pueden ser visualizadas tan temprano como a los 12-14 días posteriores a la inseminación artificial, especialmente con transductores de 7.5 MHz. No obstante, uno podría pensar que la acumulación de algo de líquido puede existir en ausencia de preñez, especialmente durante el celo y durante la primera mitad de la fase luteal del Ciclo(4, 19).

La acumulación de líquido también puede ocurrir en condiciones patológicas del tracto genital tales como piómetra o mucómetra. Un fluido ecogénico nuboso ("cloudy") en el útero es siempre patológico, indica endometritis, piómetra o mortalidad embrionario-fetal temprana (6, 14). La endometritis puede ser tratada con aplicacio-

nes intrauterinas de antibióticos o con inyecciones intramusculares de prostaglandinas cuando un cuerpo lúteo es palpado o visualizado con el ecógrafo. Después del día 25, los fluidos fetales en el útero pueden ser identificados fácilmente, vistos como una línea negra o estrella, dependiendo de la dirección del ecógrafo.

El embrión mismo, aunque a veces es difícil, puede ser visualizado luego del día 30 de preñez. En este estadio el líquido embrionario alcanzó ambos cuernos uterinos.

El diagnóstico de preñez con un transductor lineal de 5 MHz tiene una sensibilidad del 97.7% y una especificidad del 87.8% entre los días 26 y 33. Entre los días 30 y 40 la membrana amniótica alrededor del feto y el latido cardíaco fetal se hacen claramente visibles. El corazón ahora es visto como un punto blanco que aparece y desaparece rítmicamente. En este estadio temprano puede realizarse el diagnóstico de gestación doble.

Después del día 40 de preñez puede hacerse una buena diferenciación de cabeza, grupa, extremidades y cordón umbilical. Las mediciones por ultrasonido, como por ejemplo largo cabeza-cola del feto, dan una estimación de la edad fetal cuando no se conoce el día del servicio (11, 12).

El sexado fetal puede ser hecho con transductor de 5 MHz entre los días 55 y 70 de gestación (18, 27). Los placentomas pueden ser vistos desde los 2 meses en adelante. No son difíciles de visualizar (15).

En la preñez avanzada, el volumen de los líquidos fetales aumenta y el útero crece. Como el transductor de 5 MHz penetra solamente 10 cm desde su superficie, son necesarios los transductores con menor frecuencia (3.5 MHz) para ver el feto en crecimiento. La retracción parcial del útero hacia la cavidad pélvica, la que es posible hasta los 2 meses de gestación, podría ser de utilidad.

Se han obtenido diagnósticos de preñez confiables desde el día 26 en adelante (transductores de 5 MHz), con sensibilidades superiores al 90% (que significa que la ocurrencia de falsos negativos en detectar animales preñados fue menor al 10%) y especificidades de entre 80 y 95% (5-20% de diagnósticos falsos positivos al detectar animales vacíos) (35). Estos estudios también demostraron que los errores dependen del transductor utilizado y la experiencia del operador. Un estudio reciente (33) encontró que después del día 24 de preñez, cuanto más craneal está el útero con respecto a la entrada de la pelvis, más frecuencia de diagnósticos de no-preñez falsos negativos. Obviamente es más difícil en esos animales revisar todo el útero, siendo necesaria la retracción previa del mismo. Falta aún conocer qué proporción de los diagnósticos inicialmente positivos que fueron encontrados negativos en un nuevo examen, correspondía, de hecho, a casos identificados inicialmente en forma correcta y que luego fueron negativos por mortalidad embrionaria.

Aunque es posible realizar un diagnóstico ecográfico de preñez confiable alrededor de 2 semanas antes que por medio del tacto rectal, permanece la duda si el mismo se justifica rutinariamente a esta edad tan temprana en todos los animales inseminados.

Podría ser que no brindara una ventaja económica para los productores cuando las visitas veterinarias al establecimiento se hicieran a intervalos de 3 ó 4 semanas.

En la práctica bovina, parece ser preferible el uso más selectivo de la ecografía, por ejemplo en animales inseminados en los que se desea un diagnóstico temprano de preñez, o cuando el diagnóstico de preñez es dudoso por tacto rectal o cuando existen dudas acerca de la viabilidad del embrión.

Es bien conocido que en los casos de mortalidad embrionario-fetal, el cuerpo lúteo puede permanecer funcional por varias semanas antes de que tenga lugar su regresión, la expulsión del concepto y la nueva ovulación (16,17).

El reconocimiento ultrasonográfico de la mortalidad embrionario-fetal se basa en la ausencia de latido cardíaco fetal, desplazamiento de las membranas fetales, o apariencia nubosa del líquido fetal. En este caso está indicado el tratamiento directo con prostaglandinas, que no ha sido posible únicamente con tacto rectal.

Un diagnóstico temprano de preñez puede llevar a una significativa reducción en el número de días abiertos de las vacas, porque puede aplicarse una prostaglandina inmediatamente después de definir por ultrasonografía la condición de vacía, mortalidad embrionaria temprana o piómetra.

Ventajas similares pueden existir en las vacas con adherencias en el tracto genital en las cuales no es sencillo el diagnóstico por tacto rectal o en vacas con fetos macerados o momificados que podrían no ser claramente diagnosticadas solamente por tacto rectal.

ECOGRAFÍA DE LOS OVARIOS

La ecografía ha sido una herramienta útil para estudiar el desarrollo folicular durante el ciclo estral (y preñez) en vacas sin interrumpir patrones fisiológicos normales (29). Durante un ciclo estral normal pueden ser vistas dos (comienzan alrededor del día 3 y 12 del ciclo) o tres (comienzan alrededor del día 3, 10 y 16 del ciclo estral) ondas foliculares (8, 20, 30, 31). Cuando comienza la luteólisis, el folículo dominante continúa creciendo y finalmente ovula 30 hs después de iniciado el celo. Los folículos crecen 1.5 a 2.5 mm/día. El crecimiento es constante durante todas las fases del ciclo estral. En general, el folículo dominante alcanza un diámetro de 15 mm, pero son normalmente vistos folículos de 20 mm de diámetro. La mayoría de los folículos preovulatorios alcanzan su máximo tamaño dos días antes de la ovulación. En la fase final se hacen más blandos; sin embargo esto no pueden

evidenciarse por ultrasonografía. En vacas no es posible usar el crecimiento folicular para definir cuándo inseminar como puede ser hecho en yeguas (15). Estructuras normales, tales como folículos terciarios de 5 mm de diámetro, cuerpos lúteos y vasos sanguíneos, son fácilmente reconocidas cuando los ovarios son examinados con transductores de 5 y 7,5 MHz.

Los folículos aparecen como cavidades redondeadas negras, lo que corresponde al fluido folicular. La pared folicular puede ser vista especialmente cuando dos folículos adyacentes están en el mismo plano del transductor. Los folículos terciarios de 3 a 5 mm de diámetro están presentes durante todo el ciclo estral y durante la preñez. Se ha demostrado claramente que la ultrasonografía es más segura para detectar la presencia de folículos que el tacto rectal (22). Si embargo, la pregunta es si otorga ventajas prácticas en un diagnóstico reproductivo de rutina en bovinos.

Debido a la apariencia grisácea de la ecografía, un cuerpo lúteo (CL) de mitad del ciclo puede ser claramente diferenciado por su diferente ecogenicidad de otros tejidos ováricos. Esto significa que la presencia de un CL de mitad del ciclo único o doble no es inadvertida en un examen ecográfico.

No obstante, en manos de un clínico especializado con amplia experiencia en fertilidad bovina, la ecografía puede no ser más segura que la palpación rectal para detectar CL de mitad del ciclo (19). La ecografía mejorará el diagnóstico en clínicos menos experimentados. Más aún, ciertamente ayudará a controlar y mejorar su habilidad en el diagnóstico de estructuras ováricas al hacer el examen rectal previo a la evaluación ecográfica.

Los CL jóvenes y viejos pueden ser más difíciles de diagnosticar durante el examen rectal y la ecografía, porque dan una imagen menos ecogénica. Incluso con transductores de 7,6 MHz pueden ser difíciles de diagnosticar. Únicamente luego de 3 ó 4 días, un CL joven puede ser visualizado por ecografía. Crece alrededor de 1-2 mm/día, alcanzando un tamaño máximo 8 a 12 días después de la ovulación (20). El CL desaparece a la imagen ecográfica unos pocos días después de la luteólisis, lo que significa que no puede ser ya visto en el siguiente estro (25). El color del CL por ecografía no puede ser utilizado para estimar el estadio del ciclo estral. El desarrollo así como la imagen ecográfica del CL gravídico son iguales que las del CL periódico, por lo tanto no puede ser usado para diagnóstico de preñez.

La ultrasonografía fue más confiable que la palpación rectal al comparar vacas con CL jóvenes o viejos con vacas con CL de mitad del ciclo. La implicancia práctica de esta ventaja diagnóstica de la ecografía es que las prostaglandinas no serían gastadas inyectando vacas con CL (jóvenes o viejos) no sensibles a la misma.

El CL activo puede contener una cavidad llena de líquido (60%), apareciendo como una cavidad negra de forma más o menos regular en medio del tejido luteal. Algunas veces pueden ser vistas pequeñas trabéculas de tejido en estas cavidades. Estos CL son erróneamente llamados cuerpos lúteos quísticos. Algunas veces han sido vistas las trabéculas en el centro del tejido luteal. No obstante, estas estructuras representan variaciones fisiológicas normales del CL en la vaca y no tienen influencia en los niveles de progesterona o tasas de preñez (14).

Los quistes ováricos son frecuentemente definidos como folículos anormales, anovulatorios, con un diámetro mayor de 25 mm, sin tener en cuenta la presencia de otra estructura ovárica, tales como CL o folículos de tamaño normal. La mayoría de las veces no están presentes CL junto con quistes ováricos. En base a la palpación rectal es difícil discriminar entre quistes luteínicos y foliculares. Esta diferenciación puede ser importante para elegir la terapia. Durante el examen ultrasonográfico, la cavidad llena de líquido de los quistes puede presentar varias formas, especialmente cuando hay varios quistes presentes en el mismo ovario.

En los quistes foliculares no puede visualizarse tejido dentro de la cavidad y aquellas partes de la pared que pueden ser vistas son siempre muy finas. El tratamiento con gonadotrofinas o GnRH está indicado para inducir la luteinización, la producción de progesterona y finalmente celo aproximadamente 3 semanas después. También pueden utilizarse los tratamientos con progestágenos, tales como el PRID (Progesterone Releasing Intravaginal Device), que se deja generalmente 14 días en la vagina. Luego del retiro del dispositivo, el animal entra en celo a los dos días, cuando el quiste folicular ha desaparecido y una nueva generación de folículos comienza a crecer.

Los quistes luteínicos, en cambio, tienen una pared de varios milímetros causada por la luteinización de la capa granulosa. A la imagen ecográfica, esta capa puede ser vista como una delimitación grisácea irregular de la cavidad. Algunas veces pueden verse trabéculas en la cavidad del quiste. Cuando la capa de tejido luteinizado es bastante gruesa, la diferencia entre un CL normal con cavidad y un quiste luteínico con pared gruesa se hace arbitraria. En caso de duda, un nuevo examen revelará la naturaleza más estática del quiste luteínico, mientras que el CL con cavidad seguirá el desarrollo cíclico con una gradual disminución de tamaño de la cavidad y desaparición del mismo en el celo. Las densidades ecogénicas de las paredes del quiste luteal son más frecuentemente, pero no siempre, acompañadas con altos niveles de progesterona plasmática. Un nivel de 0.5 ng/ml de suero de sangre periférica fue utilizado para discriminar entre animales con quistes foliculares o luteales. El tratamiento de los quistes luteínicos es posible con GnRH, Gonadotrofinas o PRID. Sin embargo, la ultrasonografía ayuda a justificar el tratamiento con prostaglandinas con la rápida desaparición del quiste luteal seguida por el inicio de un nuevo ciclo estral. La palpación rectal es significativamente menos segura que la ultrasonografía para diferenciar entre quistes foliculares y luteínicos.

Aunque se han diagnosticado tumores ováricos por examen ecográfico, son de muy baja frecuencia en las vacas. La ecografía parece más útil para estimar el tamaño más que la naturaleza del tumor.

CONCLUSIONES

La ultrasonografía es una técnica no invasiva para el diagnóstico reproductivo en la vaca. Los veterinarios siempre deben ser selectivos en el uso de la ecografía durante sus trabajos a campo. Por ejemplo, cuando hay dudas luego de la palpación rectal de los ovarios, para la confirmación de la presencia de estructuras con actividad luteal y justificación de un tratamiento con prostaglandina. La detección temprana por ultrasonografía de una vaca preñada con el conceptus muerto nos permite el uso inmediato del tratamiento con prostaglandina. También posibilita un diagnóstico más preciso de varias patologías de útero y ovarios cuando existen dudas luego de la palpación rectal. Endometritis, piómetras, mucómetras o mortalidad embrionaria temprana, así como quistes ováricos (foliculares o luteínicos) y la presencia de un CL activo pueden ser determinados sin error gracias a la ultrasonografía. Más aún, puede controlarse fácilmente los efectos de terapias dadas a estos animales.

Finalmente, la ultrasonografía es clave en reproducción bovina, tanto para veterinarios, como para programas comerciales de reproducción y para fines de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) BOYD, J.S., OMRAN, S.N., AYLA, T.R. Use of a high frequency transducer with real time B-mode ultrasound scanning to identify early pregnancy in cows. Vet. Rec. 1988, 123:8-11.
- 2) BOYD, J.S., OMRAN, S.N., AYL@, T.R. Evaluation of real-time B-mode ultrasound scanning for detecting early pregnancy in cows. Vet. Rec., 1990, 127:350-352.
- 3) CALLESON, H., GREVE, T., CHRISTENSEN, F. Ultrasonically guided aspiration of bovine follicular oocytes. Theriogenology, 1987, 27:217.
- 4) CARROLL, D.J. et al. Variability of ovarian structures and plasma progesterone profiles in dairy cows with ovarian cysts. Theriogenology, 1990, 34:349-370.
- 5) CHAFFAUX, S et al. Evolution de l'image Échographique de produit de conception chez la vache. Bull. Acad. Vét. Fr., 1982, 55:213-221.
- 6) FISSORE, R.A. et al. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. II. Non pregnant, pregnant and pathological conditions of the uterus, Anim. Reprod. Seq. 1986, 12: 167-177.
- 7) FARIN, P.W. et al. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts by palpation per rectum and linear-array ultrasonography in dairy cows. JAVMA, 1992, 200:1085-1089.
- 8) GINTHER, O.J. Ultrasonic imaging and animal reproduction: Fundamentals, Book 1. Ginther Ed. Madison, Wisconsin, 1995.
- 9) GINTHER, O.J., KNOPE, L., KASTELIC, J.P. Temporal associations among ovarian events in cattle during estrous cycles with two and three follicular waves. J. Reprod.fert., 1989, 87:223-230.
- 10) GREVE, T AND PURWANTARA, B. Ultrasonography in embryo transfer practice. Proceedings 9th Scientific Meeting AETE, Lyon, 1993:137-147.
- 11) KÁHN, W. Sonographic fetometry in the bovine. Theriogenology, 1989,31:1105-1121.
- 12) KÁHN, W. Sonographic imaging of the bovine fetus. Theriogenology, 1990, 33:385-396.
- 13) KÁHN, W. Atlas und Lehibuch der Ultraschalldiagnosik. Schlattersche, Hannover, 1991.
- 14) KÁHN, W. and LEIDL, W. Ultrasonic characteristics of pathological conditions of the bovine uterus and ovaries. In: Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction (Taveme MAM and Willemse AH, Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989:53-65.
- 15) KÁHN, W. Veterinary Reproductive Ultrasonography. Ultrasonography in the cow. Mosby-Wolfe Eds. Hannover, Germany, 1994,82-141.
- 16) KASSAM, A. et al. Clinical and endocrine responses to embryonic and fetal death induced by manual rupture of the amniotic vesicle during early pregnancy in cows. JAVMA, 1987,191:417-420.
- 17) KASTELIC, J.R and Ginther, O.J. Fate of conceptus and corpus luteum after induced embryonic loss in heifers. JAVMA, 1989, 194:922-928.
- 18) MULLER, E. and WMKOWSKI, G. Visualization of male and female characteristics of bovine fetuses by real time ultrasonography. Theriogenology, 1986, 25:571-574.
- 19) PALMER, E. and DRIANCOURT, M.A. Use of ultrasonography in equine gynecology. Theriogenology, 1980, 13:203-216.
- 20) PIERSON, R.A. and GINTHER, O.J. Ultrasonography of the bovine ovary. Theriogenology, 1984, 21:495-504.
- 21) PIETERSE, M.C. Ultrasonic characteristics of physiological structures on bovine ovaries. In: Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction (Taveme MAM and Willemse AH, Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989:37-51.
- 22) PIETERSE, M.C. et al. Detection of corpora lutea and follicles in cow: a comparison between transvaginal ultrasonography and rectal palpation. Vet. Rec. 1990, 126:522-544.
- 23) PIETERSE, M.C. et al. Characteristics of bovine estrous cycles during repeated transvaginal ultrasound and detection of follicles for ovum pick-up. Theriogenology, 1991, 35:401-413.
- 24) PIETERSE, M.C. et al. Clinical use of ultrasound in bovine reproduction. PhD dissertation, State University, Veterinary Faculty, Utrecht, The Netherlands, 1990.

- 25) QUIRK, S.M. et al. Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrus cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF α induced luteolysis. *J. Reprod. & Fert.* 1986, 77:211-219.
- 26) REEVES, J.J. et al. Transrectal real-time ultrasound scanning of the cow reproductive tract. *Theriogenology*, 1984, 21:485-494.
- 27) REINDERS, J.M.C. and VAN GIESSEN, R.C. The accuracy and application of foetal sex determination by ultrasonography in cattle. *Proceed. 9 th Scientific Meeting AETE, Lyon 1993:266.*
- 28) REVAH, I. and BUTLER, W.R. Premature maturation of bovine oocytes obtained from prolonged dominant follicles. *J. Reprod. & Fert.*, 1996, 106:39-43.
- 29) REVAH, I. The effects of different progesterone strategies on reproductive parameters in dairy cattle. PhD dissertation, Cornell University, Ithaca NY, 1997.
- 30) SAVIO, J.D. et al. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in heifers. *J. Reprod. & Fert.*, 1988, 83:663-671.
- 31) SIROIS, J. and FORRONE, J.E. Ovarian follicular dynamics during the oestrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol. Reprod.*, 1988, 39:308-317.
- 32) SPRECHER, D.J. and KANNEN, J.B. Diagnostic techniques for transvaginal-transuterine aspiration of bovine fetal fluid during early fetal period. *Theriogenology*, 1992, 38:581-587.
- 33) SZENCI, O. et al. Effect of uterine location relative to the pelvic inlet on the accuracy of early bovine pregnancy diagnosis by means of ultrasonography, 1984.
- 34) TAVERNE, M.A.M., and WILLEMSE, A.H. *Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction*, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989.
- 35) WILLEMSE, A.H. and TAVERNE, M.A.M. Early pregnancy diagnosis in cattle by means of transrectal real-time ultrasound scanning of the uterus. In: *Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction*, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989:72-76.

Volver a: [Ecografía y ultrasonido](#)