

RESUMEN

TITULO: “ULTRASONOGRAFIA APLICADA A LA REPRODUCCION BOVINA”

A inicios de los 70, el 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. 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. La ultrasonografía permite el seguimiento dinámico y periódico de un animal. Lo que ha permitido llegar a descubrimientos de gran importancia para la reproducción animal.

Palabras Claves: Ultrasonografía, Reproducción animal, ecografía.



INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCION	5
OBJETIVOS	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1 Principios básicos de la ultrasonografía	7
2.2. Transductores	19
2.3. Tipos de formatos de imagen	26
2.4 Elección del equipo	31
2.5 Partes de un equipo	35
2.6 Equipos ultrasonográfico portátiles	36
2.7. Aplicaciones en reproducción bovina	49
2.8. Anatomía y examen ecógrafo del aparato genital de la vaca	54
2.9. Examen ecográfico del aparato genital de la vaca	62
2.10. Determinación de las ondas de desarrollo folicular por medio de la ultrasonografía y morfología ultrasonográfica del cuerpo lúteo.	79
2.11. Determinación ultrasonográfica de la preñez de la vaca y del sexo del feto	91





III. Conclusiones	105
IV. Bibliografía	106
V. Anexos	113





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“ULTRASONOGRAFIA APLICADA A LA REPRODUCCION BOVINA”

*Monografía previa a la
obtención del título de Médico
Veterinario y Zootecnista.*

AUTOR: Renata Stephany López Gómez.

TUTOR: Dr. Carlos Soria.

CUENCA – ECUADOR

2011



I INTRODUCCION

La ultrasonografía ginecológica hizo su ingreso en Buiatría a fines de los años 70. Desde entonces su aplicación se ha multiplicado, llegando incluso a ser utilizada en la aspiración de ovocitos con guía ecográfica (OPU) para fertilización in vitro. La ultrasonografía permitió revelar el complejo ciclo ovárico del bovino. Las ondas de crecimiento folicular son hoy claras gracias a la aplicación de esta técnica, los hallazgos fisiológicos y patológicos sobre ovario y útero encuentran en la ultrasonografía una respuesta diagnóstica fundamental. Pero la realidad es que hoy más que nunca, el productor tiene la necesidad de hacer cuentas. Necesita desarrollar su actividad, aumentando o manteniendo invariables sus ganancias, incrementando los ingresos o reduciendo los costos. Es necesario entonces un adecuado control de gestión, en el cual las diversas figuras profesionales dentro del establecimiento (veterinario general, nutricionista, reproductor, consultor financiero, etc.) se entremezclen para optimizar la rentabilidad de la explotación. Esto más que necesario, es indispensable. Sólo estableciendo y cumpliendo objetivos realistas, el



productor puede pensar en mantenerse en el mercado. Cada objetivo se debe corresponder con una estrategia operativa, sobre la que deberán hacerse verificaciones a mediano plazo.

Con esta óptica, un método de trabajo como el que propondremos debe ser reconsiderado. Se debe abandonar la visión reducida que considera a la ultrasonografía como una técnica para pocos "especialistas" (para veterinarios y productores de elite), porque ella significa alejar a técnicos y productores de un método de trabajo extraordinario.

OBJETIVOS

General

- Conocer los principios básicos de la ultrasonografía y su aplicación a la reproducción bovina.

Específicos

- Diagnostico morfológico del aparato Reproductor.



- Aplicar la ultrasonografía en el diagnóstico de las patologías reproductivas de la hembra bovina.
- Aplicación en las biotecnologías reproductivas.

II REVISION DE LITERATURA

CAPITULO I

2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE ULTRASONOGRAFÍA.

2.1.1 ¿Qué es el ultrasonido?

“El ultrasonido son ondas de sonido de alta frecuencia las cuales no son audibles por el hombre. Los sonidos audibles están entre 20 – 20 000 hertzios (Hz, o ciclos por segundo), y los ultrasonidos diagnósticos están entre 1 – 10 MHz” (Goddard 2000).



“El ultrasonido es un sonido de una frecuencia más alta que la que pueden oír los seres humanos (mayor a 20kHz)” (Asim, 2009).

“Los ultrasonidos se definen como sonidos con una frecuencia mayor de 20.000 ciclos por segundo (20.000 Hz), es decir, que se encuentran por encima de los límites audibles” (Quíntelas 2006).

Según los autores Goddard, Asim y Quíntelas, el ultrasonido son ondas de frecuencia muy alta, las cuales no son perceptibles por el hombre, las ondas que pueden ser escuchadas por los humanos están entre los 20 a los 20.000 Hz, y la frecuencias de sonido utilizadas en el ultrasonido van de 1 a 10 MHz.

2.1.2 ¿Cómo funciona un equipo de ultrasonido o ecógrafo?

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia que producen imágenes de los tejidos y órganos internos (Griffin y Ginther, 1992). El principio de



funcionamiento consiste en una corriente eléctrica que llega al transductor, donde produce una vibración en sus cristales; éstos emiten ondas sonoras que llegan a los órganos en estudio. Los tejidos tienen la capacidad de reflejar las ondas de sonido, y el eco resultante es recibido por el transductor, que lo convierte nuevamente en corriente eléctrica. Dentro del equipo la misma es decodificada y transformada en imágenes bidimensionales en tonos de grises, del blanco al negro.

Los equipos de ultrasonidos trabajan mediante la aplicación de pulsos eléctricos continuos a cristales piezoeléctricos 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 (Rosell et al, 2008).



“Como el sonar de un submarino, el diagnóstico ultrasónico está basado en la propagación de una onda de sonido a través de un medio fluido o semifluido (tejidos blandos del cuerpo) y el registro del “eco” o rebote del sonido para producir una imagen visual. Recibe el nombre de ultrasonido debido a la ultra-alta frecuencia de las ondas de sonido emitidas por el equipo” (Echeverría, 2001).

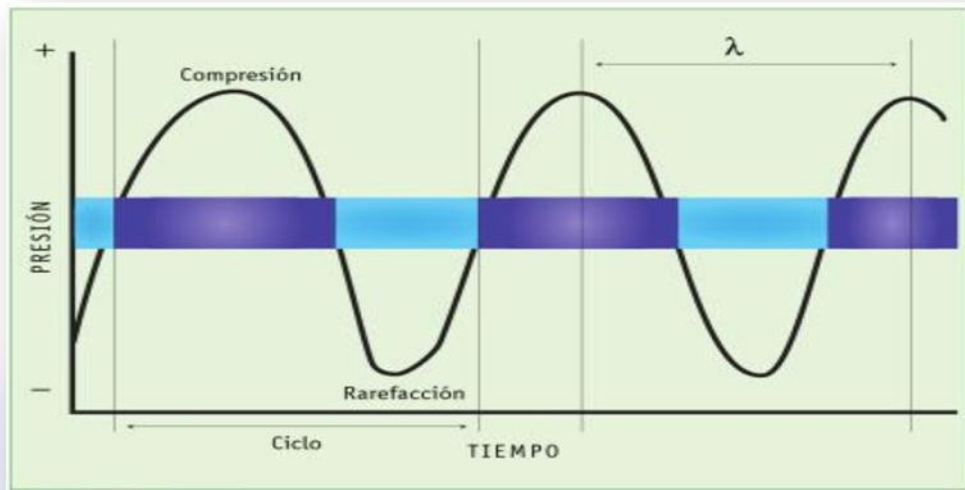
Según estos autores un equipo de ultrasonografía funciona gracias a ondas de sonido de alta frecuencia, las mismas que son emitidas por los cristales piezoeléctricos de la sonda o transductor, inmediatamente estos sonidos son transformados a imágenes en tonos grises, blanco y negro.

2.1.3. ¿Qué son los sonidos?

Los sonidos son el resultado del recorrido de la energía mecánica a través de la materia en forma de una onda que produce alternativamente los fenómenos de compresión y refacción. Se definen por tres características: frecuencia de vibración, longitud de onda y velocidad de propagación (Quíntelas et al, 2006) (fig.1).



Figura 1. Onda sónica



Fuente: Ecografía y reproducción de la vaca. (Quíntelas et al, 2006).

Frecuencia: Es el número de ciclos por unidad de tiempo y se mide en Hertzios (Hz), de manera que $1\text{Hz} = 1$ ciclo por segundo.

Longitud de onda (λ): es la distancia entre el comienzo, o pico, de la compresión de un ciclo y el siguiente.

Velocidad: Es la rapidez con la cual las ondas de sonido viajan a un nivel específico (velocidad = Frecuencia * longitud de onda)



Las frecuencias habituales con las que se trabaja en Medicina Veterinaria están entre 1×10^6 y 10×10^6 (1 a 10 MHz) (Quíntelas et al, 2006).

El sonido es una energía mecánica que se propaga en forma de ondas de presión sucesivas, en los diversos medios materiales, cuando se somete a un movimiento vibratorio mecánico un foco sonoro.

Este tipo de ondas sonoras, no se transmiten en el vacío, ya que siempre necesitan hacerlo a través de un medio físico.

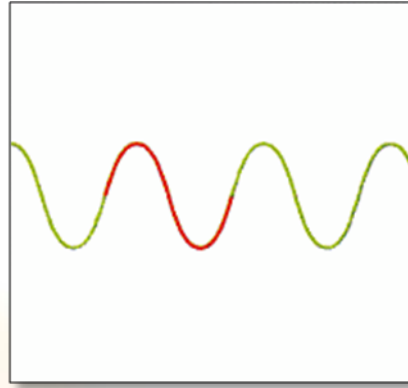
Cuando una onda sonora alcanza su determinado medio físico al contactar con las partículas que lo componen, se producen unos cambios en su presión, haciendo vibrar estas partículas.

En función de la fuente emisora de sonido y del medio a través del que se propague, variarán las características de los parámetros básicos que describimos a continuación:

Ciclo.- Es el recorrido de la onda entre dos puntos iguales de presión, pasando por los picos de máxima presión, de inicio de relajación y de máxima relajación, para alcanzar finalmente el estadio inicial de reposo.



Figura 2: Representación de un ciclo, dentro de una onda sonora.



Fuente: ABC de la ecografía abdominal (Devesa y Solla, 2011).

Frecuencia.- Es el número de ciclos o de oscilaciones que se producen en la unidad de tiempo, generalmente suele tomar el segundo. Es decir, es el número de veces que una partícula es comprimida y descomprimida en un segundo. La frecuencia tiene una unidad de medida que se denomina HERTZIO (Hz). Así, un hertzio es igual a un ciclo cuyo trayecto dura un segundo.

1 Hz = 1 CICLO/SEGUNDO
1 KHz = 1.000 CICLOS/SEGUNDO
1 MHz = 1.000.000 CICLOS/SEGUNDO
1 GHz = 1.000.000.000 CICLOS/SEGUNDO



Periodo.- Es el tiempo que tarda en completarse un ciclo, se mide en unidades de tiempo, segundos o cualquiera de sus divisores. Es, por tanto, el tiempo que tarda una partícula activada por una onda sonora en volver a alcanzar su estado inicial de reposo.

Longitud de onda.- Es la distancia o espacio que recorre la onda en un ciclo completo, se mide en cm o mm. Se representa con la letra Iambda (λ). Se halla dividiendo la velocidad del sonido que tiene en la propagación a través de determinado medio por la frecuencia de oscilación.

$$\text{LONGITUD DE ONDA} = \text{VELOCIDAD} / \text{FRECUENCIA}$$

Amplitud de onda.- es la máxima desviación de la partícula oscilante desde su posición de equilibrio o no activada. Es, pues, la máxima altura de la onda.

Velocidad.- Es la distancia que recorre la onda sonora en la unidad de tiempo. Se calcula al multiplicar la longitud de onda por la frecuencia.

$$\text{VELOCIDAD} = \text{LONGITUD DE ONDA} * \text{FRECUENCIA}$$



Un aumento de frecuencia producirá siempre un aumento de resolución del sistema, a una velocidad constante disminuye la longitud de onda (Devesa y Solla, 2011).

LONGITUD	FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA
1.540 m/s	1 Mhz	1,54 mm
1.540 m/s	3 Mhz	0,50 mm
1.540 m/s	5 Mhz	0,30 mm
1.540 m/s	7 Mhz	0,20 mm
1.540 m/s	10 Mhz	0,15 mm

2.1.4 Efecto piezoeléctrico: La aplicación de una corriente de alto voltaje en la cara posterior de algunos cristales (naturales o producidos artificialmente) hace que se deformen produciendo una vibración. La magnitud de ésta deformación, y por lo tanto de la frecuencia de vibración, es proporcional al voltaje aplicado y se traduce como la fuerza de la onda ultrasónica. A todos los cristales no se les aplica el voltaje al mismo tiempo (Figura 3), sino por segmentos lineales, para mejorar la calidad de la onda (Goddard, 2000). Las ondas ultrasónicas, al regresar de su paso por los tejidos, chocan con la cara anterior de los cristales y de nuevo los deforman (fig 3), transformando ésta energía



mecánica en una señal eléctrica (voltaje) proporcional a la intensidad (o fuerza) del eco reflejado (Goddard 2000).

“La piezoelectricidad es un fenómeno que consiste en la aparición de cargas eléctricas en las caras de determinados cristales cuando se ejerce sobre ellos una presión o tracción mecánica. Variados son los cristales que poseen esta propiedad; entre ellos podemos destacar el cuarzo, la turmalina o la sal de Rochelle”

http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/infra_y_ultra/generadores_ultrasonidos.htm

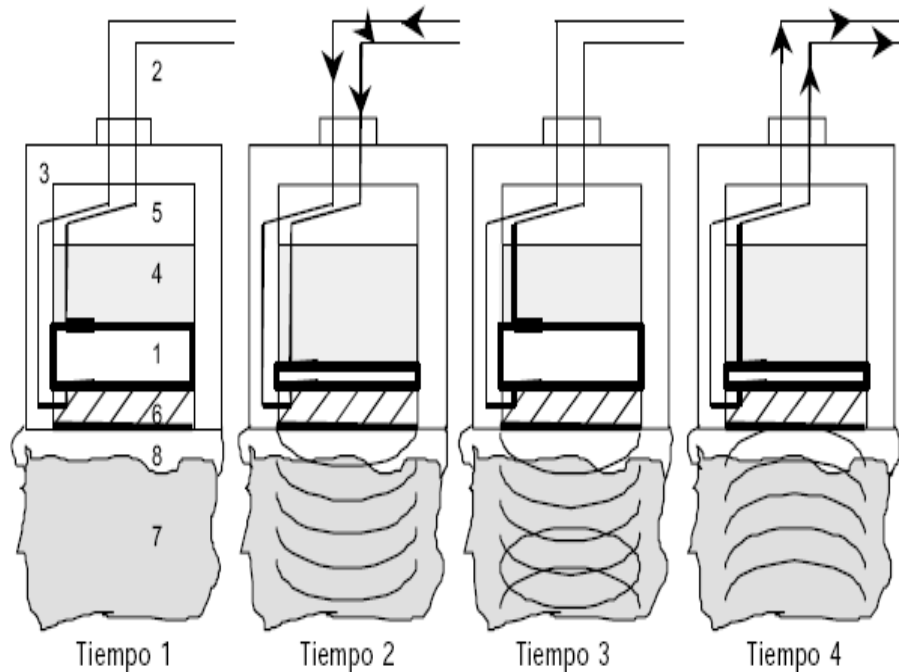
“La deformación de un cristal no genera cargas eléctricas, pero produce un desplazamiento de las cargas propias del mismo; y en los cristales asimétricos, este desplazamiento provoca el llamado efecto piezoeléctrico”

<http://ayudaelectronica.com/materiales-piezoelectricos/>

En resumen, el efecto piezoeléctrico es aplicar una tensión eléctrica a un cristal de cuarzo, turmalina, entre otras; los cuales gracias a impulsos cíclicos pueden ser transmitidos a otros medios como por ejemplo un ecógrafo.

Figura 3: Efecto Piezoeléctrico.





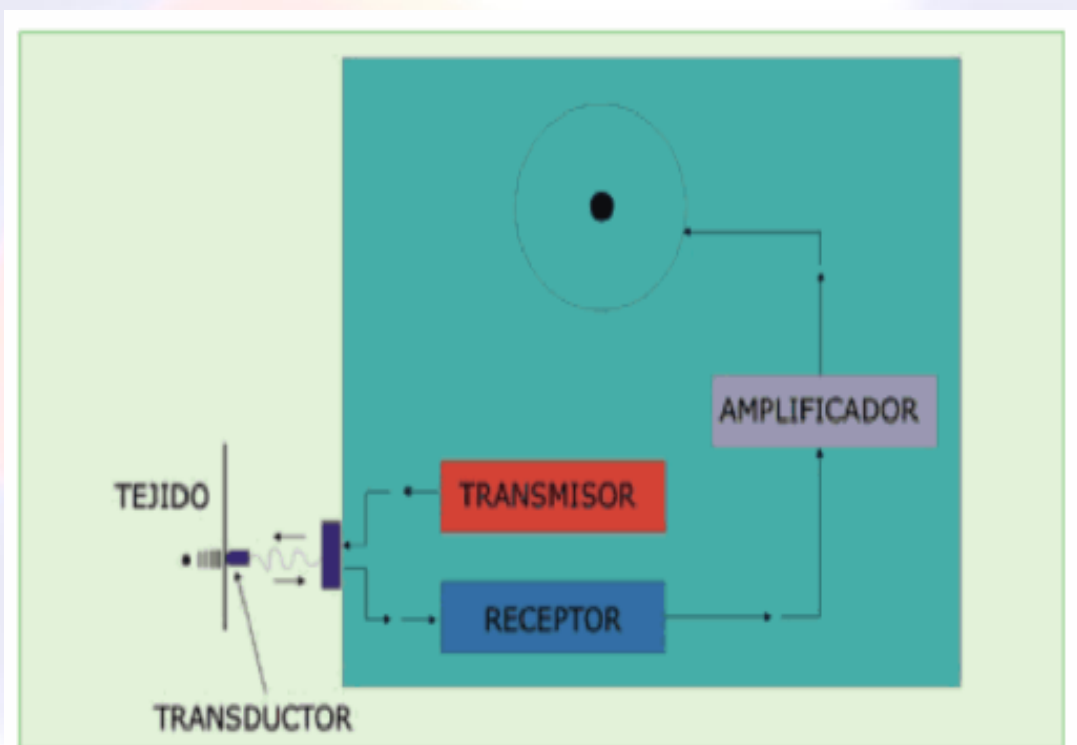
Fuente: (Adaptado de Ginther 1995) 1) Cristal, 2) Conexión eléctrica, 3) Carcasa, 4) Material amortiguante, 5) Material trasero, 6) Material conductor, 7) Tejido, 8) Gel conductor. Tiempo 1: Estado de reposo, Tiempo 2: Voltaje eléctrico que comprime el cristal logrando el envío de ondas, Tiempo 3: Ondas viajando a través del tejido y produciendo ecos, Tiempo 4: Retorno de los ecos comprimen el cristal y se convierten en voltaje



Algunos autores mencionan que para crear una imagen usando los ultrasonidos se emplea un instrumento denominado ecógrafo que consta de diferentes partes (fig. 4):

1. Transductor o Sonda.
2. Transmisor.
3. Receptor y amplificador de señales.
4. Tubos de rayos catódicos u osciloscopio

Figura 4: Esquema de funcionamiento del ecógrafo



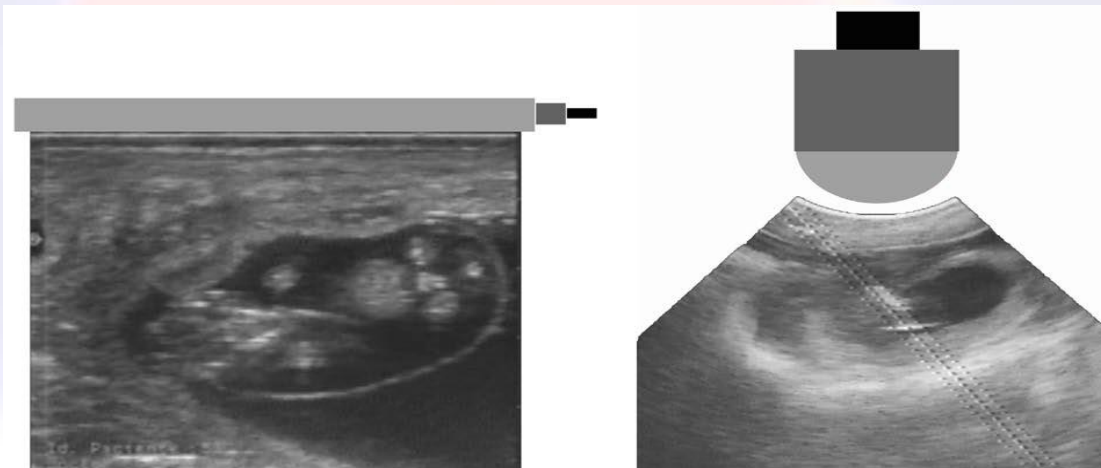
Fuente: Ecografía y Reproducción en la vaca (Quíntelas, et al. 2006).



2.2 TRANSDUCTORES.

“Un transductor o sonda emite ondas de sonido de baja intensidad y frecuencia elevada hacia los tejidos donde interaccionan con las interfases de los mismos. Las ondas que se reflejan de vuelta al transductor, son enviadas a través de la sonda al ecógrafo en donde son analizadas y convertidas en una imagen en una escala de grises. El transductor puede ser lineal dando una imagen rectangular en la pantalla (barrido de matriz lineal) o sensorial donde la imagen esta en triangulo (registro sensorial) (fig. 5)” (Quíntelas et al, 2006).

Figura 5: Tipos de transductores por Quíntelas



Fuente: Ecografía y Reproducción en la vaca (Quíntelas, et al. 2006).

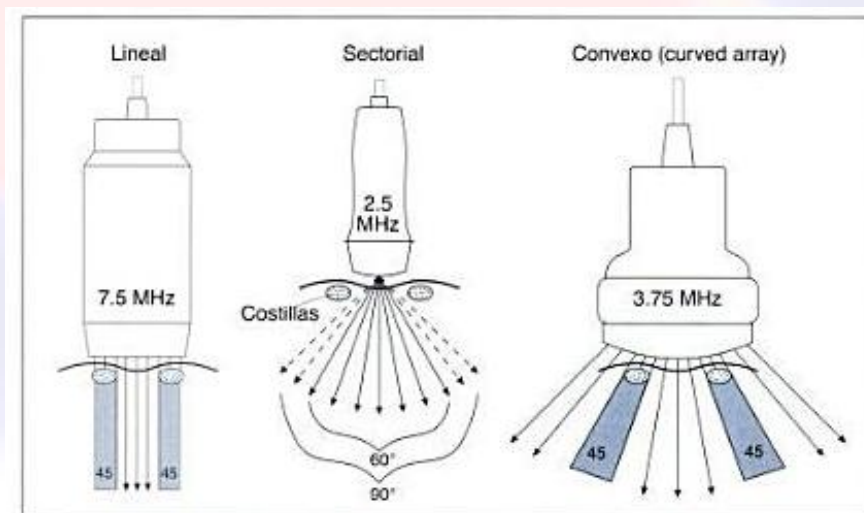


En la figura se muestran los dos tipos de transductores más frecuentes. A la izquierda uno lineal, en este caso de uso transrectal, y a la derecha uno sectorial.

El núcleo funcional del transductor se encuentra en el material piezoeléctrico que fabrica los impulsos. La frecuencia de resonancia del transductor es fijada por el fabricante y se relaciona con el grosor (normalmente inferior a 1 mm)

Los transductores se pueden presentar de tres forma: lineales, convexos o sectoriales (fig. 6) (Giraldo, 2003).

Figura 6: Tipos de transductores



Fuente: Curso básico de ecografía (Hofer, 2006)



Sabemos entonces que los transductores son elementos que convierten la energía de una forma a otra gracias a los cristales piezoeléctricos que en ellos están, convierten energía eléctrica en energía ultrasónica y viceversa; además, son el nexo entre el ecógrafo que visualiza la imagen y el paciente. Para Quíntelas es importante mencionar solo dos tipos de transductores: el sensorial y el lineal, no así para Giraldo el cual nos menciona tres tipos de transductores; el lineal, sensorial y el convexo.

2.2.1 Tipos de transductores

2.2.1.1 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 a el 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 (Rosell et al. 2008).

“Transductor lineal o escáner paralelo envía hacia el tejido ondas de ultrasonido paralelas entre si que producen una imagen rectangular” (Hofer, 2006)

Los transductores lineales como su nombre lo indica, emiten ondas de forma lineal, recta o paralela; exponiendo así una imagen que en el ecógrafo se la ve rectangular.

2.2.1.2 Los transductores convexos, 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 (Rosell et al. 2008).

“El transductor convexo o “curved array” es un tipo mixto entre los dos tipos de transductores el lineal y el sensorial” (Hofer, 2006).

Los transductores convexos poseen una superficie convexa, y sus cristales están dispuestos en ella, el formato de imagen al ecógrafo es como de un abanico, cabe recalcar que este tipo de transductor es una mezcla o un tipo mixto de los transductores sensorial y lineal como a si lo describen los autores Rosell y Hofer.

2.2.1.3 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) (Rosell et al. 2008).

“El transductor sensorial genera una imagen en forma de abanico que es muy estrecha en las proximidades del transductor y que se va haciendo cada vez mas ancha a medida que se aumenta la profundidad de penetración” (Hofer, 2006)

Los transductores sensoriales emiten imágenes en forma de abanicos abiertos.

En veterinaria los Transductores más usados son de: 3.5-5 y 7.5 MHz (Quíntelas, 2006).

La frecuencia en que son emitidas y la longitud de las ondas son inversamente proporcionales. A medida que aumenta la frecuencia de emisión, la capacidad de diferenciar objetos a lo largo del camino recorrido por la onda (resolución axial) aumenta, pero la onda se atenúa más rápido (disminuye su fuerza) (Goddard 2000).

Cuanto mayor es la frecuencia del sonido del transductor, la imagen producida es más precisa y se ven estructuras más pequeñas (folículos de 2mm).



Cuanto menor es la frecuencia, permite ver estructuras mayores como gestaciones avanzadas. En cuanto a la penetración del sonido, la situación es inversa. Cuando mayor es la frecuencia (7.5 MHz) la penetración es menor (debido a que el sonido es absorbido rápidamente por tener una menor longitud de onda) y cuando menor es la frecuencia, mayor es la penetración (3.5 MHz).

Para especies mayores en reproducción, se trabaja por vía transrectal con sondas lineales de 5 o 7.5 MHz. Para trabajos de recuperación de ovocitos (OPU) por punción ovárica o aspiración folicular, las más adecuadas son las lineales convexas de 5 o 7.5 MHz y se trabaja por vía transvaginal. Para especies menores se recomienda los de 3.5MHz lineales convexas o sectoriales (transabdominal) (Hincapié J, 2010).

Clasificación de los transductores según su capacidad de frecuencia.

Menos de 3.5 MHz

5 MHz y 7.5 MHz

Baja frecuencia.

Alta frecuencia.

(Hincapié J, 2010).



Las frecuencias mas utilizadas en la medicina veterinaria son de 3,5, 5 y 7,5 MHz; como así lo señalan los autores Quíntelas, Goddard e Hincapié

2.3 Tipos de formatos de imagen.

El modo A (amplitud), modo B (brillo) y modo M (movimiento).

2.3.1 El modo A fue el primer tipo de formato empleado y el más sencillo, los modos de retorno se visualizan como una serie de picos en un gráfico.

Cuanto mayor es la intensidad del sonido de retorno, más alto es el pico a esa profundidad de tejido. Su principal uso en veterinaria es la medición de la cantidad de grasa subcutánea en porcino (Quíntelas, 2006).

“Se representa en un osciloscopio los ecos reflejados, mostrando la distancia entre el transductor y la superficie reflectante (horizontal) y la mayor o menor amplitud (vertical). Permite realizar mediciones precisas de la distancia transductor reflector.



Es un método muy limitado puesto que solamente muestra datos de una línea de haz” (Cura, 2009)

2.3.2 El modo B emplea píxeles de brillo o puntos en una pantalla que se corresponden con la profundidad a la que se ha generado el eco de retorno.

Cuanto mayor es la intensidad, más brillante es el punto. La imagen que se genera en un corte anatómico bidimensional se va actualizando continuamente. Este modo es el que se emplea en la actualidad, con mayor frecuencia, para fines diagnósticos (Quíntelas, 2006).

“Presenta información acerca de las variaciones en la amplitud del pulso en forma de una imagen en escala de grises en la cual la mayor o menor intensidad o brillo representa las diferencias en la amplitud de las señales reflejadas” (Cura, 2009)

2.3.3 El modo M es la visualización continua de un corte fino de un órgano a lo largo del tiempo. Se utiliza principalmente en ecocardiografía (Quíntelas, 2006).

“Se conoce también como modo TM (tiempo-movimiento). Representa la amplitud del eco y la posición de los



reflectores móviles. Su principal aplicación es la ecocardiografía” (Cura, 2009).

2.3.4 Para ecografía Doppler pulsada se utilizan 50- 20 ciclos por 2 microsegundos, aunque existen sistemas Doppler y terapéuticos de emisión continua. (Giraldo 2003).

2.3.5 Para ecografía terapéutica la duración del pulso es alrededor de 0,2 milisegundos hasta el tiempo de inactividad. La frecuencia de emisión del pulso se rige por la velocidad del ultrasonido en el tejido (aproximadamente 1400 m/s-1; equivalente a 6,5 microsegundos/cm-1) y por el tiempo total que necesita para recorrer la distancia de ida y regreso (Giraldo 2003).

2.3.6 Para ecografía en tiempo real se utiliza frecuencias hasta de 2000 Hz con pulsos de alta calidad y de frecuencia uniforme (Goddard 2000).

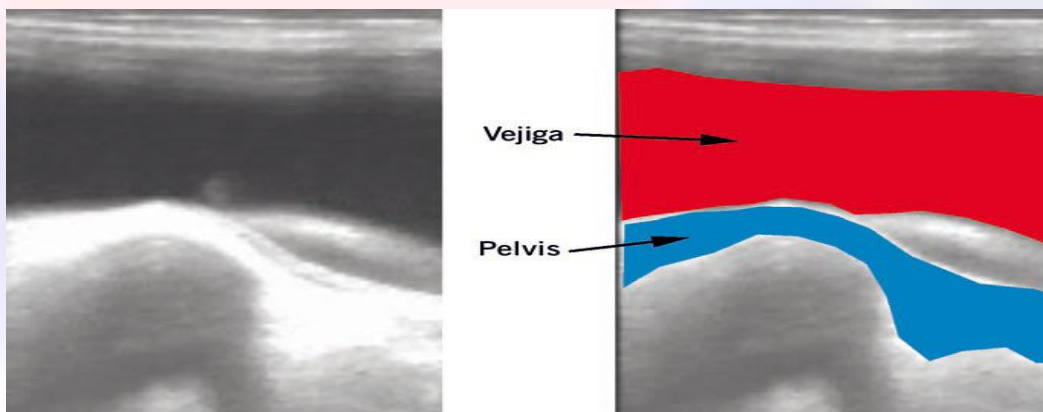
Para describir la textura de los tejidos en una imagen ecográfica existe una terminología específica. Ecogénico o ecoico significa que la mayor parte del sonido se refleja hacia el transductor y estas áreas aparecen de color blanco en la pantalla (huesos, aire). Anecoico se emplea para



describir el tejido que transmite todo el sonido hacia tejidos más profundos, no reflejando ningún sonido hacia el transductor. Estas áreas se ven de color negro en la pantalla y suelen corresponderse con estructuras llenas de líquido (fig 7).

Los tejidos blandos no sólo se representan en blanco y negro, sino que también pueden aparecer distintas escalas de grises, así hiperecoico define a los tejidos que reflejan más sonido que el tejido circundante (fig 8) e hipoeicoico describe la idea contraria (fig 9). Isoecoico se utiliza para describir tejidos que muestran la misma ecogenicidad que los tejidos (Quíntelas 2006)

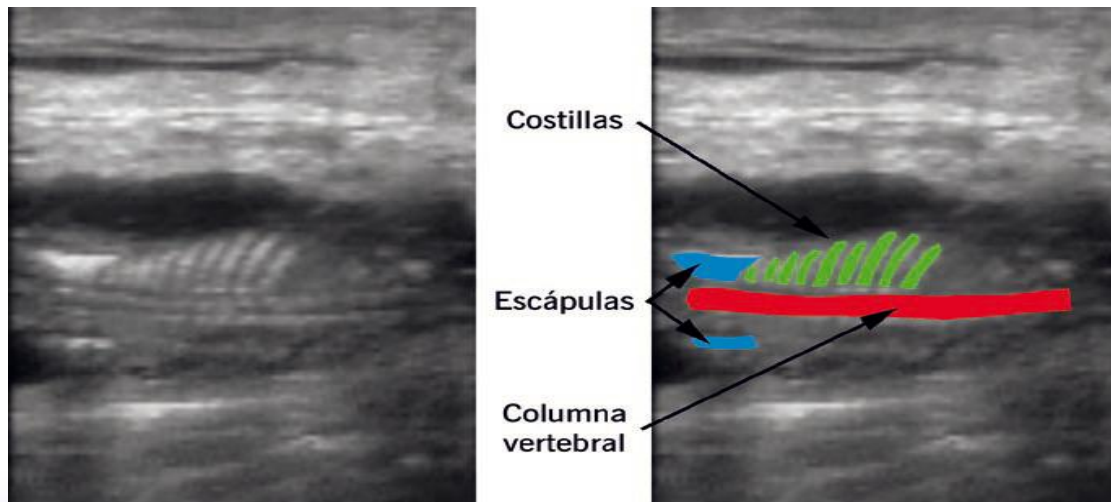
Figura 7. Imagen ecográfica de la vejiga y el suelo de la pelvis



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca (Quíntelas, Luis 2006) en la que se puede ver la orina anecogénica y el hueso hiperecogénico

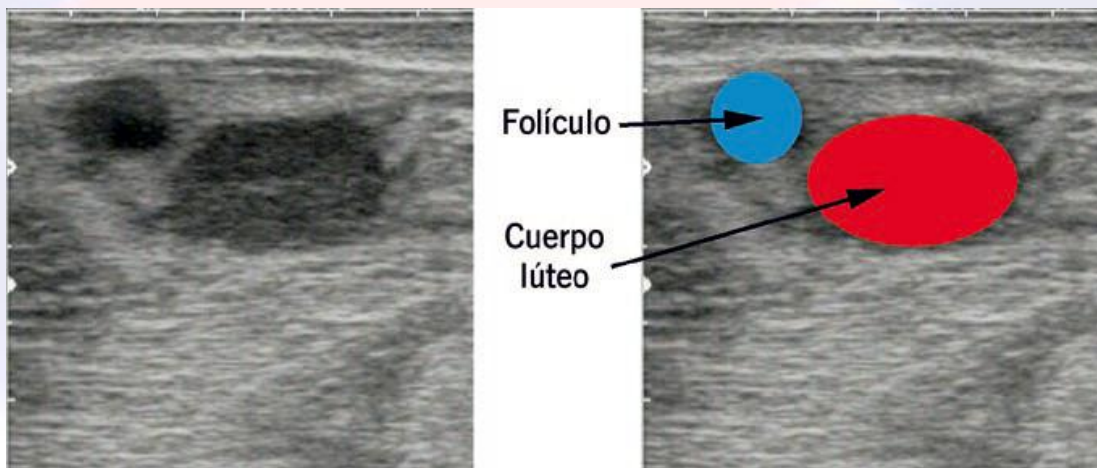


Figura 8. Imagen ecográfica de un feto de 77 días



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca (Quíntelas, Luis 2006) en la que se pueden ver las costillas, escápulas y columna ya calcificadas y por lo tanto hiperecogénicas

Figura 9. Imagen ecográfica de un ovario de vaca



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca (Quíntelas, Luis 2006) en la que se puede ver un cuerpo lúteo hipoeecogénico.



2.4 ELECCIÓN DEL EQUIPO.

La elección del equipo de ultrasonidos debe estar basada en las aplicaciones previstas. En ganado vacuno para un trabajo de campo rutinario, sería de elección un ecógrafo portátil con batería recargable, de poco peso y tamaño (fig 10). La sonda más recomendable para la exploración rectal es la transrectal debido a su diseño impermeable al agua y porque se puede emplear tanto por vía transrectal como externamente por lo que resulta más versátil. Las sondas transrectales son generalmente lineales y son las recomendables por su manejo más sencillo frente a las sectoriales.

Dependiendo de la especie y del tipo de ecografía a realizar se elige una frecuencia, en vacuno se trabaja normalmente con una frecuencia de 5 MHz porque ofrece una buena relación entre calidad de imagen y profundidad (11 cm. aproximadamente). Si utilizamos una sonda de mayor frecuencia (7,5 MHz) obtendremos una mayor calidad de imagen pero perderemos profundidad de campo, pudiendo observar solamente las estructuras más cercanas al transductor (Quíntelas 2006).



Para procedimientos de rutina como el control de las estructuras ováricas y uterinas o el diagnóstico de preñez, un equipo simple y pequeño con un transductor lineal de 5MHz es suficiente. Este equipo permite realizar exámenes transrectales (en equinos, bovinos, pequeños rumiantes, cerdos) y transabdominales (pequeños rumiantes, cerdos, perros y gatos) (Giraldo, 2004).

“Un equipo de alta resolución y buena calidad es indispensable para la exploración del sistema musculoesquelético y articular. La elección del transductor dependerá del tipo de estudio por realizar. Los transductores lineales de alta frecuencia (7 a 18 MHz) son adecuados para demostrar las estructuras anatómicas localizadas superficialmente, como algunos tendones, ligamentos y pequeñas articulaciones. Por el contrario, los transductores de baja frecuencia (3-5 MHz) son los preferidos para articulaciones grandes y profundas, como la coxofemoral (Lew, 2007)”.

“La elección del ecógrafo debe estar basada en la actividad desarrollada por el profesional, según trabaje en buiatría, en clínica equina o en pequeños animales. Los aparatos disponibles actualmente son muy sofisticados y tienen



transductores de extraordinaria resolución. No obstante, la realidad es que la buiatría es una disciplina que no es tomada en cuenta adecuadamente por los fabricantes de ecógrafos. Mientras la disponibilidad de equipos en medicina humana y en pequeños animales es muy amplia, la variedad de ecógrafos utilizables en buiatría es un poco reducida; el problema se origina en el hecho que frecuentemente quienes practican la ultrasonografía no lo hacen a "tiempo completo", dedicándose también a otros aspectos de la producción bovina, por lo tanto existe la necesidad de disponer de un equipo práctico y cómodo. Desgraciadamente no hay disponibles en el comercio aun aparatos livianos, autoalimentados, con una óptima definición y provistos de una pantalla de 10 a 12 pulgadas" (Gnemmi, 2006)

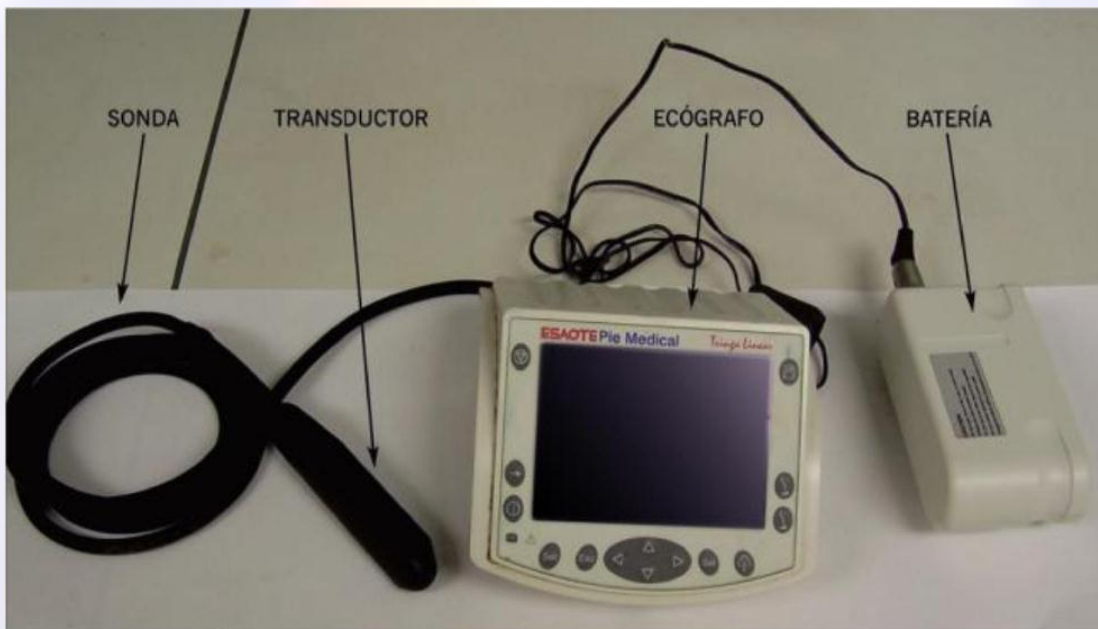
Para elegir correctamente un equipo de ultrasonografía debemos hacernos las siguientes preguntas:

1. ¿Qué uso le voy a dar?
2. ¿Cuál es mi necesidad?
3. ¿En qué me voy a especializar?



Estas preguntas nos ayudaran a resolver dudas en cuanto a que equipo nos conviene, debemos buscar un equipo que se adapte a nuestras necesidades de movilización, facilidad de limpieza, mantenimiento del equipo entre otras.

Figura 10: Ecógrafo portátil con sonda lineal transrectal.



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca (Quíntelas, Luis 2006).



2.5 PARTES DE UN EQUIPO.

2.5.1 Base:

- Es la que produce los impulsos eléctricos que van a los cristales.
- Igualmente recibe los impulsos eléctricos de los cristales, los amplifica, procesa y despliega una imagen.
- La base viene provista de un software (humano, veterinario o ambos).
- Permite la conexión a impresoras térmicas.
- Grabar imágenes en USB, videos, etc.
- Posee controles par modificar la emisión del ultrasonido a los efectos de poder enfocar una zona, aumentar o disminuir la ganancia total o por zona (depende del fabricante).

2.5.2 Software:

- Identificar al paciente.
- Colocar comentarios.



- Agrandar o achicar la imagen.
- Hacer mediciones entre dos puntos.
- Hacer mediciones de superficies (óvalos, circunferencias, o áreas determinadas por el operador).
- Congelar la imagen.
- Guardar datos e imágenes.
- Estudiar o guardar una sucesión corta de imágenes.
- Asociar mediciones determinadas con edades de gestación (Hincapié, J 2010).

Un equipo ultrasonográfico se compone de dos partes su base en la cual están todos los comandos que nos permiten manejar el ecógrafo y un software el cual es de mucha ayuda ya que podemos guardar datos, congelar imágenes, realizar mediciones, colocar comentarios, tener una base de datos con referencias, etc.

2.6 Equipos ultrasonográficos portátiles



2.6.1 Ecógrafo AGROSCAN modelo AL.

Figura 11: Ecógrafo de la marca AGROSCAN modelo AL



Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.

Este ecógrafo posee 5 modelos de sondas lineales y sectoriales, que permiten efectuar diagnósticos de gestación, exámenes ováricos (número de fetos y latido



cardíaco), medición de grasa dorsal y también ecografías de los pezones, testículos, etc.

- Diagnóstico de gestación rápido y fiable desde los 28 días gracias a una imagen de alta resolución.
- Calidad de imagen excepcional
- Compacto: con batería incorporada
- Hasta 6,30 horas de autonomía
- Forma ergonómica
- La posición de trabajo, en el cinturón le asegura libertad total de movimientos (Catálogo AGROSCAN).

2.6.1.1 Características técnicas del equipo.

- Peso: 1,850 kg.
- Dimensiones: 14 x 23 x 10,5 cm (9,03" x 5,49" x 4,12").
- Pantalla: 5,5".
- 256 niveles de grises.
- Ajuste de brillo.
- Control de la ganancia.
- 3 profundidades de exploración.
- Foco: 3 zonas de focalización.
- Congela la imagen.



- Mediciones: distancia, superficie, circunferencia y medida automática de la grasa dorsal, tablas de gestación.
- Función texto.
- Método B - B/B - B/M.
- Salida vídeo.
- Memorización de los arreglos.
- Tablas de gestación (Catálogo AGROSCAN).

2.6.1.1.1 Sondas disponibles.

Figura 12: Sonda lineal rectal de 5 MHz - 60 mm - (Vacas, y yeguas) **ALR 500**



Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.



Figura 13: Sonda lineal rectal de 5 / 7,5 MHz - 60 mm -
(*Vacas, y yeguas*) **ALR 575**



Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.

Figura 14: Sonda lineal abdominal de 3,5 MHz - 80 mm -
(*Ovejas, cabras, cerdas*) **ALA 350**



Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.

Figura 15: Sonda lineal abdominal de 3,5 MHz 130 mm -
(*Grasa dorsal y músculo*) **AL 35L**





Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.

Fig 16: Sonda sectorial abdominal de 3,5 / 5MHz - (*Cerdas, cabras, ovejas*) **ALS 355**

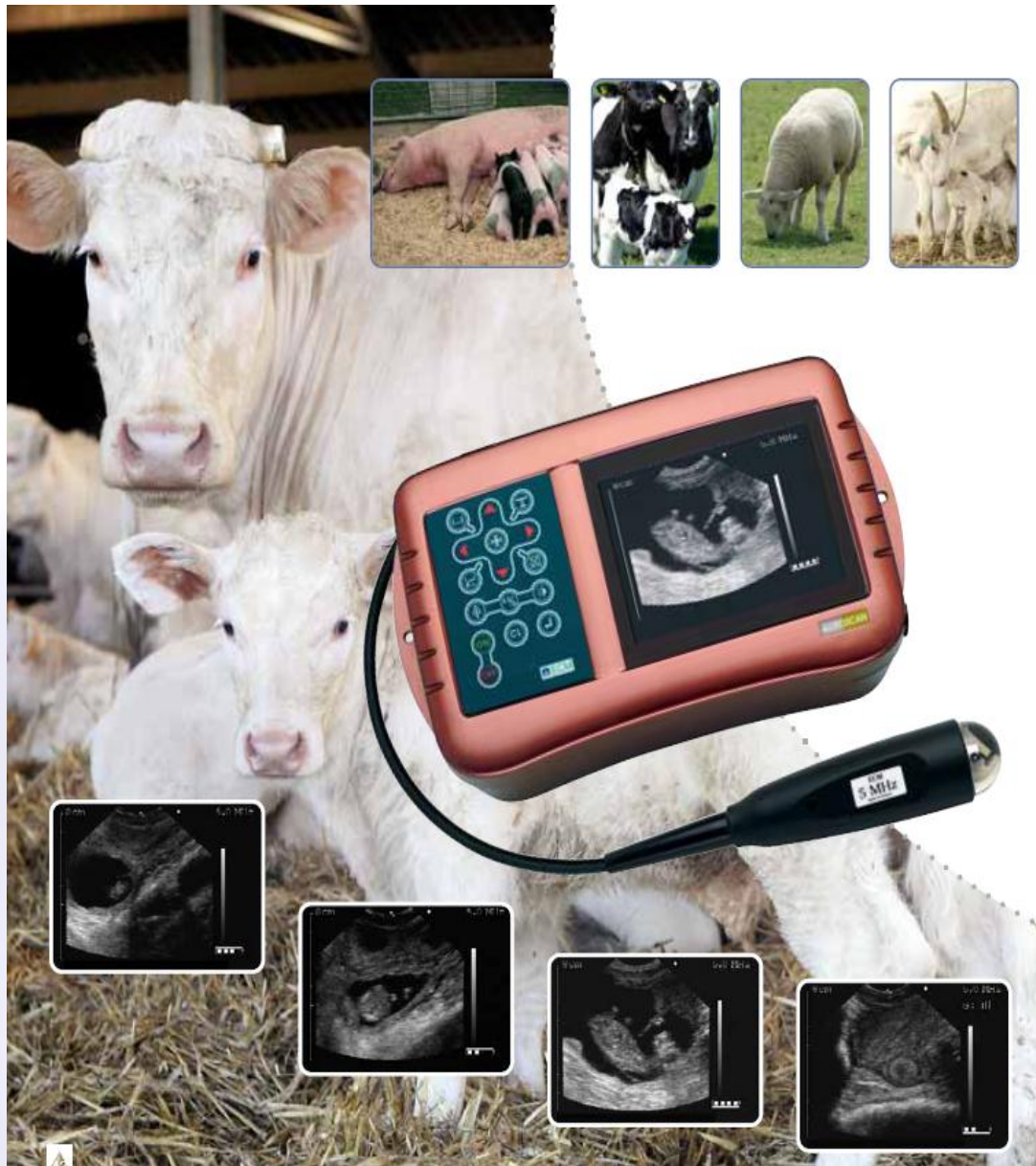


Fuente: Catálogo AGROSCAN 2010.

2.6.2 Ecógrafo AGROSCAN modelo A14.

Figura 17: Ecógrafo AGROSCAN modelo A14





Fuente: Catálogo AGROSCAN, 2010.

Ecógrafo polivalente multiespecies, el A14 es un ecógrafo ligero, compacto, de fácil utilización, especialmente concebido para la ecografía bovina. Por otra parte tiene la



ventaja de poder ser utilizado sobre muchas de otras especies.

- Ideal para la detección en: vacas, ovejas, cerdas y confirmar las gestantes
- Calidad de imagen excepcional.
- Compacto: con batería incorporada.
- Hasta 3 h: 30 de autonomía.
- Gran comodidad de utilización.
- La posición de trabajo, en el cinturón, le asegura libertad total de movimientos.

2.6.2.1 Características técnicas.

- Peso: 1,5 kg.
- Dimensiones: 14 x 23 x 9 cm (5,49"x 9,03"x 3,54").
- Sonda sectorial rectal de 3,5/5 MHz.
- Ángulo de 90°.
- Pantalla: 5".
- 256 niveles de grises.
- Ajuste del brillo.
- Control de ganancias.
- Congela la imagen.



- Medidas de distancias (Catálogo AGROSCAN).

2.6.3 Ecógrafo digital wed –180.

Figura 18: Ecógrafo digital wed- 180



Fuente: [Shenzhen Well.D Medical Electronics co.,Ltd](http://www.well-d.com),
1996.

2.6.3.1 CARACTERISTICAS TECNICAS.

- Peso neto 6.1 kg.



- 12,1 inch TFT color LCD (1024* 768).
- THI (tissue harmonic imaging).
- Generación Automática de reporte (Normal/OB).
- Identificación automática del transductor (2 conectores).
- Ajuste del Angulo de Exploración (Convexo).
- Pseudo color 3 diferentes.
- Modo de escaneo: Convexo/Lineal/ micro-convexo.
- Modos de imagen: B, B+B, B+M, M, 4B, B+2B, 6B, 12B.
- Profundidad de escaneo: 40mm-240 mm.
- Escala de grises: 256.
- Cine-loop: > 500 cuadros (Max.)
- Almacén de imagen permanente: 64 cuadros.
- Conversión de imagen: Arriba/Abajo, Derecha/Izquierda, Negro/Blanco.
- Zoom local: 2 tiempos ambos en tiempo real y frizado.
- Medidas: Distancia, circunferencia, área, volumen, EF frecuencia, frecuencia cardiaca
- Medidas OB: EDD; GA; FW (BPD; GS; CRL; FL,HC,AC).
- Puerto: PAL-D, USB 2.0, RS-232.



- Monitor: 12.1 inch LCD.
- Marcas corporales: 40.
- Comentarios: Fecha&tiempo, nombre, sexo, edad, doctor, hospital, anotación (comentarios en pantalla).
- Aplicación: Abdominal, OB/GYN, Urológico, cardiológico, pequeñas partes.
- Dimensiones (mm): 309x222x290.
- Fuente: AC 110V-130V/220v-240V, 50/60Hz.
- Configuración Estándar: 60R/3.5 Mhz Convexo.
- Configuración Opcional: L40/7.5 Mhz lineal.
- 20R/5.0 Mhz Micro convexo.
- 13R/6.5 Mhz Transvaginal Convexo.
- 10R/6.5 Mhz Transvaginal Convexo.
- L40/7.5 Mhz Endorectal lineal.
- Video impresora.

2.6.4 ECOGRAFOS PORTATILES ALOKA MODELO.

Por más de 20 años, ALOKA ha sido líder en diagnóstico por imágenes para el campo de la Veterinaria. En 1983 revolucionó el ultrasonido cardiovascular introduciendo los primeros sistemas para el profesional veterinario y el



Doppler color de excelente calidad de imagen logrando los estándares más altos. ALOKA continúa innovando con los sistemas digitales puros y cuenta con al menos 30 transductores únicos de ultrasonido para una variedad de usos en pequeños y grandes animales.

Figura 19: Ecógrafo ALOKA modelo SSD-500



Fuente: TECNASA S.A Tekmedik Asesoría, 2011



El SSD-500 es un sistema durable, portable sectorial y linear que ofrece flexibilidad, calidad superior de la imagen y funcionamiento confiable en un diseño compacto. Este sistema de menos de 10 Kg. trabaja con focos dinámicos electrónicos y 256 escala de grises que se traduce en imágenes de alta calidad. El software para el porcentaje del compromiso del tendón y la determinación de la edad gestacional para muchas especies es estándar con el sistema (TECNASA (SA Tekmedik Asesoría)).

2.6.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- El monitor integral de siete pulgadas proporciona una visión enriquecida.
- El teclado sellado e iluminado permite al usuario trabajar incluso en situaciones de poca luz.
- La memoria opcional de 122 imágenes agrega la capacidad de guardar.
- Una amplia variedad de transductores para todas las aplicaciones de pequeños y grandes animales incluyendo:
 - Reproducción.
 - Tecnologías de reproducción asistida (OPU).



- Tendones.
- Tejido blando.
- Estudios generales, etc.
- Escaneo convexo sectorial y lineal.
- Imágenes de frecuencia dinámica y Foco Dinámico Multi-Pasos.
- Memoria no volátil* capaz de guardar hasta 500 cuadros de imágenes.
- Cálculos obstétricos y función de reporte.
- Cálculo del ángulo de la articulación de la cadera.
- Teclado completo alfanumérico para anotación de la imagen y pantalla del nombre/ID del paciente.
- Peso de sólo 10 Kg.
- Análisis cardiovascular básico (TECNASA (SA Tekmedik Asesoría)).

CAPITULO II

2.7 Aplicaciones en reproducción bovina

Algunos de los usos, en especial de diagnóstico, investigación y manejo reproductivo son:

1. Caracterización de ondas foliculares,
2. Diagnóstico de patologías del aparato reproductor,



3. Diagnóstico temprano de gestación,
4. Determinación precoz del sexo fetal,
5. Punción y aspiración folicular para colectar oocitos (Palmer y Driancourt 1980, Ginther et al.1989, Pieterse et al. 1991; Farin et al. 1992, Rajamahendran et al. 1994, Boyd et al. 1988, Boyd et al. 1990)
6. Estudio de la viabilidad embrionaria,
7. Determinación de la edad de gestación,
8. Evaluación ginecológica de donantes y receptoras de embriones,
9. Determinación del momento de inicio de superovulación de donantes,
10. Estimación de la respuesta superovulatoria,
11. Determinación del momento de aplicación de agentes luteolíticos para sincronizar celos (medición de cuerpo lúteo),
12. Evaluación de la respuesta del ovario a otros sistemas de sincronización de celo,
13. Determinación del momento y/o tasa de ovulación para servicio,
14. Determinación precoz de mellizos para dejar uno (aplicado especialmente en yeguas, vacas),



15. Aplicación en los machos, para estudio de glándulas accesorias, testículos y epidídimo (Bellenda 2003).

El campo de aplicaciones de la Ultrasonografía es muy vasto, y en estos últimos años han aumentado las mismas, a través de la Biotecnología de la Reproducción. Sólo para comentar algunos de los tantos usos del Ecógrafo en estas áreas, tenemos:

1. Estudio de ovarios y útero durante el ciclo estral y gestación.
2. Diagnóstico de patologías del aparato reproductor.
3. Diagnóstico precoz de gestación.
4. Determinación precoz del sexo fetal.
5. Guía para punción y aspiración folicular y colecta de ovocitos.
6. Estudio de la viabilidad embrionaria.
7. Determinación de la edad de gestación.



8. Evaluación ginecológica de donantes y receptoras de embriones.
9. Determinación de momento de inicio de superovulación de donantes.
10. Estimación de la respuesta superovulatoria.
11. Estudio del momento la aplicación de agentes luteolíticos para sincronizar celos.
12. Evaluación de respuesta del ovario a otros sistemas de sincronización de celo.
13. Determinación del momento y / o tasa de ovulación para servicio.
14. Determinación precoz de mellizos para dejar uno (yeguas)
15. Aplicación en los machos, para estudio de glándulas accesorias, testículos y epidídimo (<http://www.anatomytwo.blogspot.com/>, 2008).



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). 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.

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).

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).

CAPITULO III

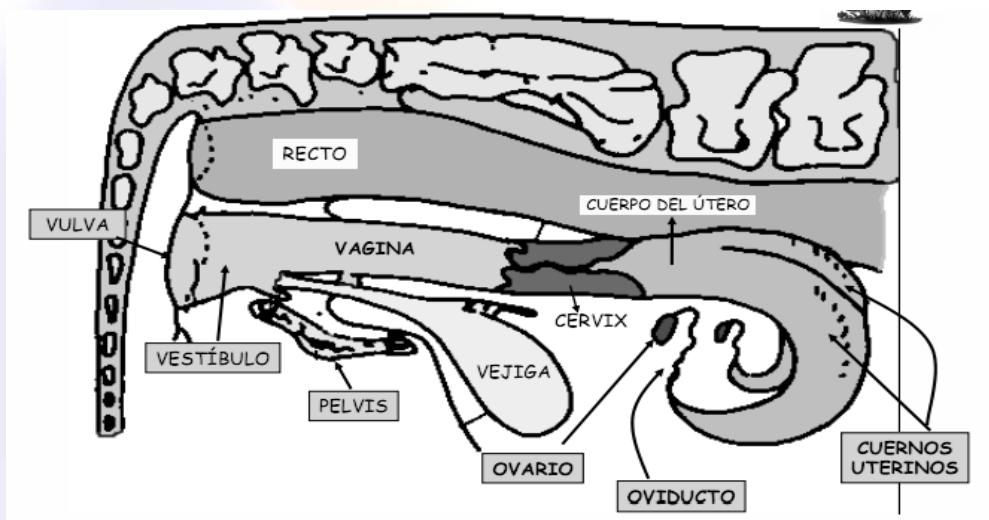
2.8 ANATOMIA Y EXAMEN ECOGRAFICO DEL APARATO GENITAL DE LA VACA

El sistema reproductor de la hembra esta constituido por los órganos internos y externos. Los primeros incluyen el ovario (conocido como la glándula sexual femenina) y al sistema de conductos formados por el oviducto, útero,



cérvix y vagina y los segundos están representados por el vestíbulo vaginal y la vulva. (Fig. 20 y 21) (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

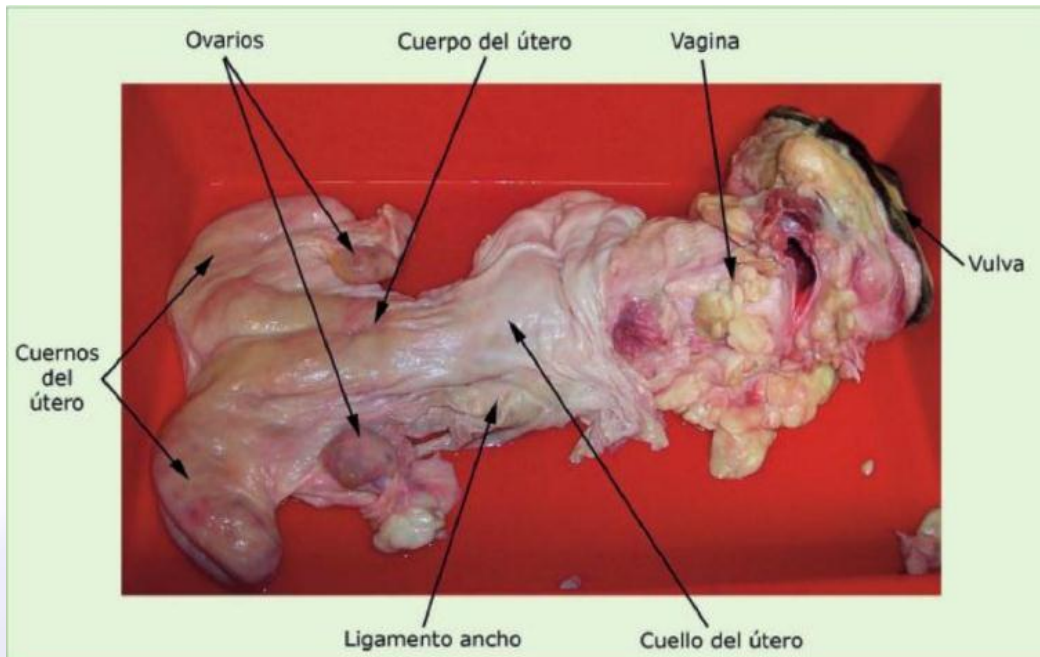
Figura 20: Aparato Reproductor de la vaca



Fuente: Anatomía del aparato reproductor de la hembra (Regueiro, 2008).

Figura 21: Anatomía del aparato reproductor de la vaca.





Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

2.8.1 Vulva. La vulva es la parte mas externa y esta formado por los labios vulgares derecho e izquierdo, los cuales miden aproximadamente 12 cm. de longitud Inmediatamente después de la vulva se encuentra del vestíbulo vaginal, el cual esta en conexión directa con la vagina y el vestíbulo esta marcado por el orificio uretral. En la comisura ventral de la vulva se encuentra el clítoris, el



cual es el homólogo del pene (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

La vulva es la porción externa de los genitales de la hembra, extendidos desde el vestíbulo al exterior. (Regueiro, 2008).

2.8.2 Vagina. La vagina mide entre 25 y 30 cm. de longitud y se inicia inmediatamente después del vestíbulo. La vagina desempeña varias funciones en la reproducción, siendo las mas importantes la de servir de receptáculo natural del semen depositado por el toro en la monta natural y como vía de salida del feto durante el parto (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

Es un tubo muscular situado en la cavida pélvica, entre el utero por delante y la vulva caudalmente. Forma parte del canal de parto y sirve como receptáculo para recibir el pene del macho durante la cópula. La mucosa vaginal carece de glándulas, esta formada de epitelio escamoso estratificado. Después de la submucosa laxa se extienden las capas musculares (Regueiro, 2008).

“La vagina es algo más larga y más espaciosa que la yegua; sus paredes son también mas gruesas. Su longitud, en el animal no gestante, es aproximadamente de 25 a 30



centímetros; pero en la vaca preñada la longitud aumenta algo” (Sisson y Grossman, 1969)

2.8.3 Cuello uterino o cérvix. El cuello uterino forma parte del útero y es una estructura de tipo cilíndrica con bordes transversales o espirales alternados, llamados anillos (generalmente son tres).

El cerviz mide de 8 a 10 cm. y entre sus principales funciones están la de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cérvix se relaja bajo la influencia de los estrógenos posibilitando la abertura del canal cervical. Es importante señalar que el tamaño, la consistencia y la forma del cérvix varía de acuerdo a la edad del animal, la raza, el número de parto, etc. (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

“El cuello mide unos 10 centímetros de longitud; sus paredes son muy densas y su grosor puede ser mayor de 3 centímetros” (Sisson y Grossman, 1969).



2.8.4 Útero. El útero de la vaca es de tipo bicornual, es decir, que cuenta con un cuerpo uterino pequeño que mide de 2-4 cm. y dos cuernos uterinos que miden de 35-45 cm. de longitud. En su trayectoria, los cuernos se curvan hacia atrás y hacia arriba.

Entre las funciones que se desempeña el útero se pueden mencionar las siguientes:

1. Sirve como sitio de transporte para los espermatozoides hacia el sitio de fecundación.
2. Regula la vida del cuerpo lúteo a través de la producción de prostaglandina.
3. Permite el desarrollo del producto durante la gestación y la expulsión del mismo durante el parto (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

Es el órgano donde se lleva a cabo la gestación: responsable del desarrollo del embrión (luego feto) hasta el momento del parto.

El útero de los animales domésticos consta de un cuello uterino o cérvix, un cuerpo y dos cuernos.

Como muchos órganos internos huecos, la pared uterina se reviste de una mucosa glandular (endometrio), bajo la cual



se extiende la capa de musculo liso (miometrio) y encima una serosa (peritoneo). (Regueiro, 2008).

“El útero no grávido miden por termino medio cerca de 15 milímetros de longitud y algo menos de anchura y grosor” (Sisson y Grossman, 1969).

2.8.5 Oviductos. Inmediatamente después de los cuernos uterinos inician los oviductos, los cuales son los encargados de transportar tanto a los espermatozoides como a los óvulos. Los oviductos miden aproximadamente 25 cm. y se encuentran divididos en forma funcional en tres segmentos que son: INFUNDIBULO, que es el encargado de recibir al óvulo cuando este es expulsado del ovario cuando ocurre la ovulación. AMPULA, (ampolla), es la parte media del oviducto y es el sitio en el que normalmente ocurre la fecundación y el ITSMO que es la parte que comunica con los cuernos uterinos y funciona como reservorio de espermatozoides (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).

Son conductos sinuosos que llevan el ovocito del ovario respectivo al cuerno del útero. Es el sitio donde el ovocito es fecundado por el espermatozoide. La porción del



oviducto adyacente al ovario se despliega en forma de embudo (infundíbulo). El borde del infundíbulo, en forma de fleco, se llama fimbria. Las porciones siguientes del oviducto se denominan: ampolla, istmo y unión útero-tubárica (Regueiro, 2008).

2.8.6 Ovarios. Los ovarios son quizás los órganos más importantes del aparato reproductor de la hembra, ya que ellos se producen los óvulos (función exocrina) y las hormonas (función endocrina). El ovario mide aproximadamente de 2 a 4 cm. de largo por 1 a 2 cm. de ancho. En términos generales el ovario, como glándula sexual femenina es la encargada o responsable de organizar y dirigir toda la vida sexual de la hembra. En contraste con lo que sucede en los testículos, los ovarios permanecen en la cavidad abdominal, en donde en condiciones normales liberan un ovulo cada 10-21 días, en los ovarios se pueden encontrar dos tipos de estructura: los folículos en diversos grados de crecimiento y el cuerpo lúteo (Mel DeJarnette et Ray Nebel 2008).



Son los órganos esenciales para la reproducción de hembra.

Pueden situarse en la cavidad pélvica o en la abdominal dependiendo de la edad, el número de partos y la especie.

Funciones:

- Gametogénesis (función exócrina).
- Síntesis de hormonas (función endócrina) (Regueiro, 2008).

Miden aproximadamente de 3,5 a 4cm de longitud y unos 2,5 cm de anchura y un poco mas de un centímetro y medio de espesor en su parte voluminosa; su peso es de 15 a 20 gramos, su forma ovoidea. (Sisson y Grossman, 1969)

2.9 Examen ecográfico del aparato genital de la vaca.

2.9.1 OVARIOS.

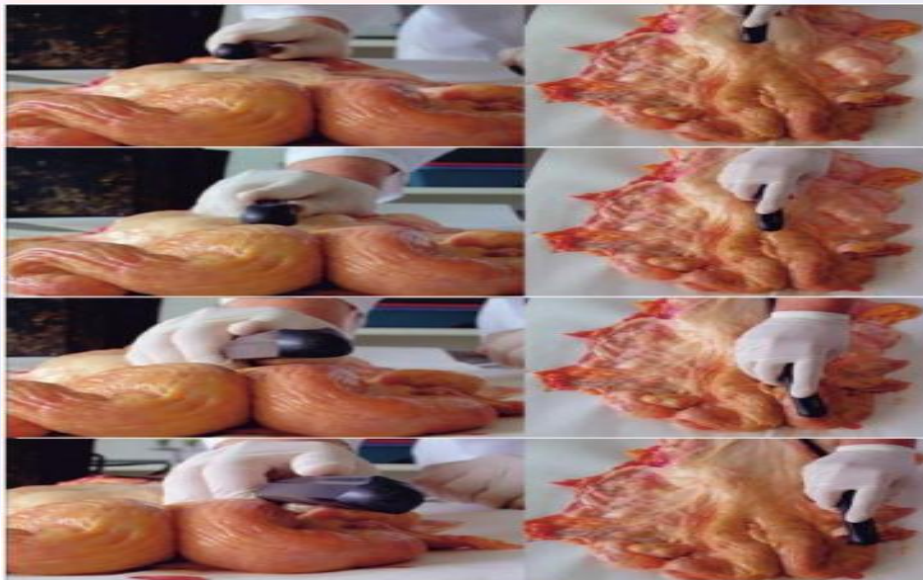
El examen de los ovarios se realiza en forma similar a la exploración rectal, colocando el transductor a ambos lados del útero y realizando un barrido de la zona hasta localizar los ovarios. (fig. 22) (Quíntelas 2006).

Los ovarios son fáciles de explorar, debemos reconocer en ellos las estructuras funcionales: folículos y cuerpo lúteo.



Los folículos son visibles como cavidades negras o anecogénicas, con un borde muy fino, y a veces de contorno irregular por la compresión de otras estructuras del ovario. Su tamaño va creciendo durante el ciclo estral de la vaca a razón de 1.5 a 2.5mm por día, llegando el folículo dominante a 15-20 mm en el momento previo a la ovulación. En las yeguas, el folículo preovulatorio mide entre 35 y 60 mm, siendo monitoreado por el ecógrafo hasta determinar el momento de la ovulación y posterior servicio de monta natural o inseminación.

Figura 22: Método de exploración ecográfica del aparato genital de la vaca



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.



Si el peristaltismo intestinal es muy marcado, resulta útil desplazar el ovario hacia el suelo de la pelvis o hacia una pared. Una vez sobre ellos, se debe realizar un barrido de un extremo a otro del ovario, para ver este en su totalidad, ya que de lo contrario, pueden quedar estructuras en planos diferentes que pasen desapercibidas.

2.9.1.1 Estructuras fisiológicas visibles en el ovario por el ecógrafo.

Las estructuras fisiológicas detectables en el ovario mediante ecografía son los folículos y el cuerpo lúteo.

Los folículos aparecerán en la imagen como estructuras circulares de color negro y que normalmente no hacen preeminencia sobre la superficie del ovario. (Fig 23) (Quíntelas, 2006)

Los Folículos son visibles como cavidades negras o anecogénicas, con un borde muy fino, y a veces de contorno irregular por la compresión de otras estructuras del ovario. Su tamaño va creciendo durante el ciclo estral de la vaca a razón de 1.5 a 2.5 mm por día, llegando el



folículo dominante a 15-20 mm en el momento previo a la ovulación (Bellenda, 2002).

Figura 23: Ovario con dos folículos de 0.8 mm de diámetro



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

El cuerpo lúteo (CL) se mostrara como una imagen de forma circular con una cabeza , mas o menos prominente sobre la superficie del ovario, y en un tono gris oscuro, en su interior se puede apreciar una pequeña cavidad con liquido. (fig 24) o bien una banda blanca que lo atraviesas de un extremo al otro (Quíntelas 2006).

El cuerpo Lúteo (CL) se identifica a partir de 2 o 3 días después de la ovulación, y crece 1-2mm por día, hasta su máximo tamaño 7 a 12 días post -ovulación. Aparece más bien grisáceo, y muchas veces con una pequeña cavidad



central con líquido y alguna trabécula visible (60-70%), y son a veces mal llamados cuerpos lúteos quísticos (ya que no poseen efecto significativo sobre la fertilidad, ni sobre la duración del ciclo, ni en la concentración plasmática de progesterona , respecto de los no cavitarios) (Bellenda, 2002).

.Figura 24: Cuerpo lúteo con cavidad



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

Este examen es útil para el control de reinicio de actividad ovárica postparto, para indicar en que momento del ciclo se encuentra la vaca para prever los tratamientos de inducción y sincronización del celo, optimizar tratamientos de súper ovulación y diagnosticar estructuras patológicas (Quíntelas 2006).



2.9.2 OVIDUCTO

Este solo será visible ecográficamente cuando presente alguna alteración que produzca un incremento de su tamaño, como es el caso de hidrosalpinx (fig. 25) (Quíntelas 2006).

Figura 25. Imagen macroscópica de un ovario y oviducto de vaca con adherencias e hidrosalpinx.



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

En la bibliografía revisada no se encuentra mayor información acerca del examen de oviducto a excepción de Quíntelas 2006, que menciona que el oviducto es visible solo cuando presenta una patología o alteración que provoquen una aumento en su tamaño.



2.9.3 UTERO

Se realiza introduciendo la sonda sobre el útero, guiándose con los dedos índice y pulgar, de esta forma realizamos una serie de cortes longitudinales de ambos cuernos, para continuar introduciendo la sonda en la bifurcación y guiarla de derecha a izquierda. A continuación colocaremos la sonda a ambos lados del útero, enfocando el haz de ultrasonidos hacia el centro de la cavidad pelviana; moviendo la sonda de adelante hacia atrás y de arriba hacia abajo, de esta forma podremos obtener cortes transversales de la curvatura y longitudinales del resto del útero (fig. 22)

Es factible en la mayoría de los animales colocar el transductor en posición transversal y realizar un barrido de ambos cuernos, desde la bifurcación hasta la curvatura.

De esta manera la totalidad del útero habrá pasado por la pantalla del ecógrafo y podremos ver cualquier detalle importante dentro de él. El aspecto depende de si tiene o no contenido.



Lo normal en un animal sano no gestante es que el útero no tenga prácticamente contenido, salvo en el estro. Veremos, por lo tanto, una zona muy fina anecogenica en el centro (luz del útero, en una vaca en celo será algo mayor), a continuación una zona gris mas ancha (el endometrio), rodeándola otra zona anecogenica fina (vasos sanguíneos) y por ultimo otra zona gris (el miometrio y perimetrio) (fig. 26 y 27) (Quíntelas 2006).

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.

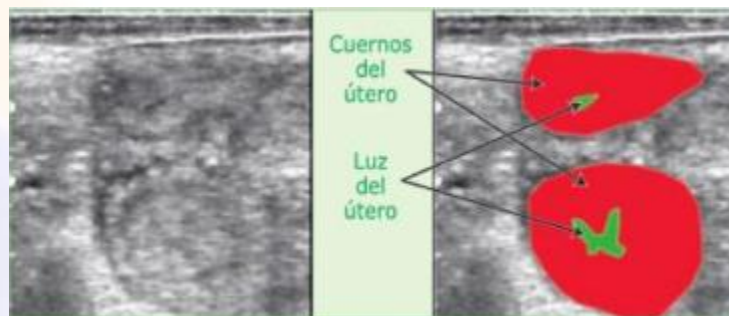
El útero no preñado se reconoce por la visualización de una o varias secciones del cuerpo uterino y cuernos encorvados sin encontrar líquidos fetales. Especialmente durante la fase folicular del ciclo estral, los cuernos están mas encorvados por lo cual el número de secciones de los cuernos que pueden 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 (Agro Meat, 2010).

Figura 26. Cuernos uterinos en corte transversal



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

Figura 27. Cuernos uterinos en corte longitudinal



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.

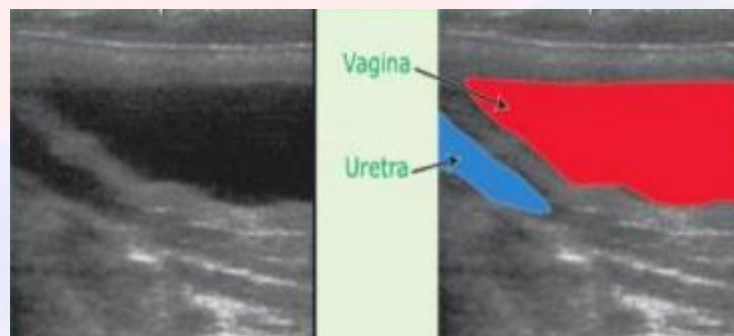


Esto dará a la zona del útero una imagen general característica que se diferencia fácilmente del resto de estructuras de la cavidad pelviana (Quíntelas 2006).

2.9.4 VAGINA

Al entrar en el recto, sobre la vejiga de la orina, podemos apreciar la vagina. No se vera tan bien como el útero en condiciones normales. Si la vaca esta en celo podremos apreciar el moco cervical en su interior, si tienen urovagina, veremos líquido (fig.28) (Quíntelas 2006).

Figura 28. Imagen de la vagina en una vaca con urovagina



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, Luis. 2006.



Sin embargo, autores mencionan que la utilidad de la exploración ecográfica de la vagina es escasa ya que se trata de una parte del aparato genital accesible desde el exterior y por lo tanto fácil de explorar por otros métodos.

2.9.5 GENITALES EXERNOS.

Desde el punto de vista de la exploración ecográfica, los genitales externos no son de interés ya que son de fácil acceso desde el exterior (Quíntelas 2006).

CAPITULO IV

2.10 Determinación de las ondas de desarrollo folicular por medio de la ultrasonografía y morfología ultrasonográfica del cuerpo lúteo.

2.10.1 Determinación de las ondas de desarrollo folicular por medio de la ultrasonografía.

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. 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 (Agro Meat, 2010)

El advenimiento de la ultrasonografía permitió el seguimiento de los cambios que ocurren en el ovario durante el ciclo estral, sin la necesidad de sacrificar al animal. De esta manera se concluyó que existen ondas de desarrollo folicular durante el ciclo estral.



Se ha definido al comienzo de una onda de crecimiento folicular como el día en que se detecta el crecimiento de un gran número de folículos al mismo tiempo, seguido por la posterior selección de un folículo dominante y la regresión y atresia de los folículos más pequeños o subordinados.

En ausencia de luteólisis, el folículo dominante deja de crecer y comienza a regresar dando lugar al crecimiento de una nueva onda folicular. Se ha demostrado que la primera onda de desarrollo folicular comienza en promedio el día 0 del ciclo. El día 0 es definido como el primer día en que detectamos la desaparición del folículo preovulatorio del ciclo anterior

En el bovino se ha determinado que la mayoría de los animales tiene 2 o 3 ondas de desarrollo folicular.

En los animales con 2 ondas, éstas comienzan los días 0 y 10, mientras que en las vacas de 3 ondas éstas comienzan los días 0, 9 y 16. El folículo destinado a ovular es el folículo dominante de la segunda onda (en las vacas con 2 ondas) o de la tercera en las vacas con 3 ondas (fig 29).



Para evaluar la dinámica folicular se deben monitorear los cambios individuales de los folículos ≥ 4 mm presentes en cada ovario. La rutina de trabajo consiste en una revisión minuciosa de cada ovario durante la que se miden los folículos y van dibujándose en una planilla según su posición relativa. La planilla es individual para cada animal, tiene un diagrama del ovario derecho y otro del izquierdo. Además de la posición de cada folículo se anotan su diámetro y la posición y diámetro del CL.

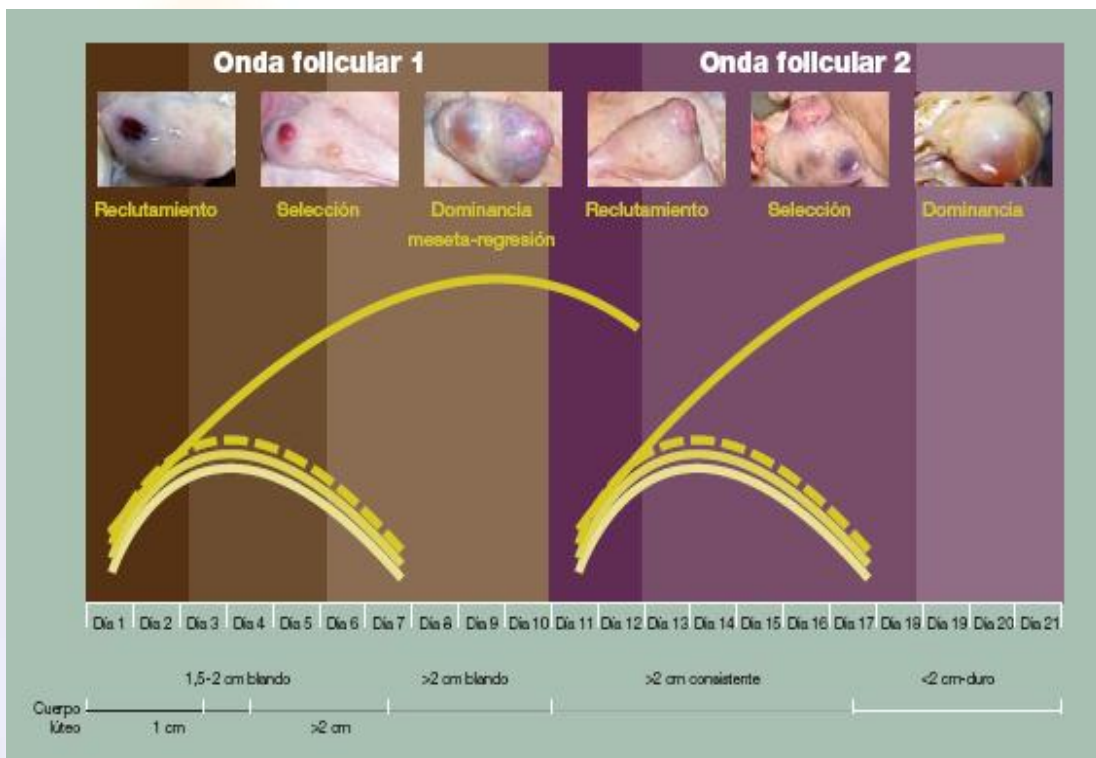
Para la determinación de la posición de cada folículo se coloca el transductor sobre cada ovario y se va rotando sobre su eje longitudinal. El diámetro de los folículos se puede medir con el calibre electrónico del equipo o mediante una gradilla transparente que se coloca sobre la pantalla.

Cuando se realiza un seguimiento diario del desarrollo folicular, la posición y diámetro de los folículos se comparan con los de los días previos y de esta forma se pueden individualizar y diferenciar los folículos que no crecen, los que crecen, los que regresan y la aparición de otros nuevos (>3 mm) o la desaparición u ovulación del



folículo dominante de la segunda o tercera onda (Bavera, A 2000).

Figura 29: Gráfico de desarrollo folicular de dos ondas.



Fuente: El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico. Fernández, M. 2006.

2.10.2 Dinámica folicular en la Vaca.

La secuencia de imágenes a continuación presentadas, permite ilustrar la evolución de la población de folículos en



un ciclo de dos oleadas el día 0 corresponde al momento de la ovulación, tres días mas tarde se puede comprobar que ambos ovarios contienen varios folículos en crecimiento y que se ha producido la selección (fig. 30) (Quíntelas 2006).

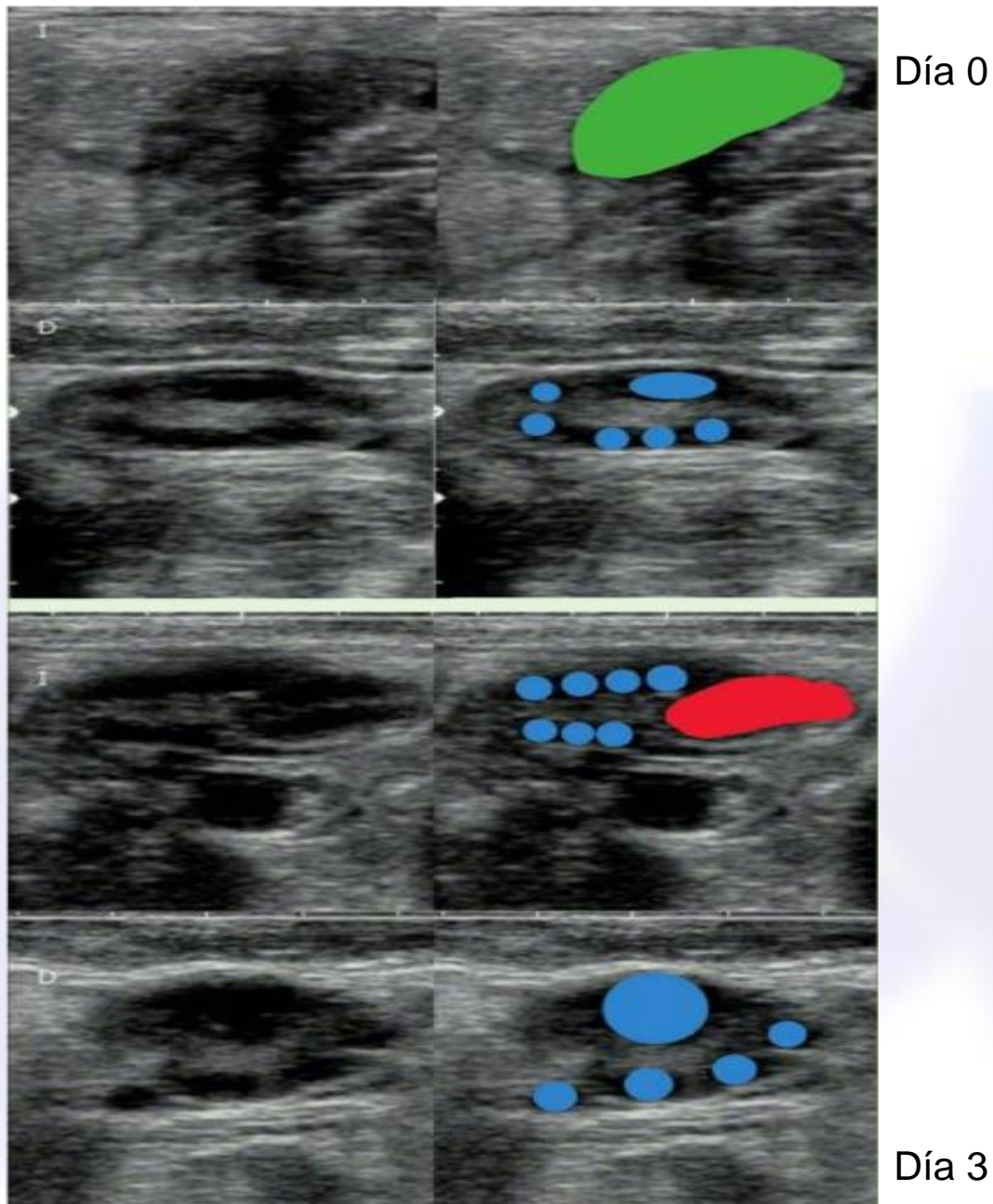
En el día 5 podemos observar un folículo dominante en cada uno de los ovarios, mientras que los folículos subordinados han sufrido atresia (fig. 31), la dominancia estructural de ambos folículos se mantiene hasta el día 9 (fig. 32), momento en el que comienza a producirse su atresia y en el día 13 se inicia una nueva oleada de crecimiento folicular (fig. 33).

Ésta determinará la selección de un folículo en el ovario derecho, que se transformara en dominante durante los siguientes días hasta producir una nueva ovulación (fig. 33 y 34).

(Azul: folículo; rojo: CL, verde: ovario; I: ovario izquierdo; D: ovario derecho) (Quíntelas 2006).



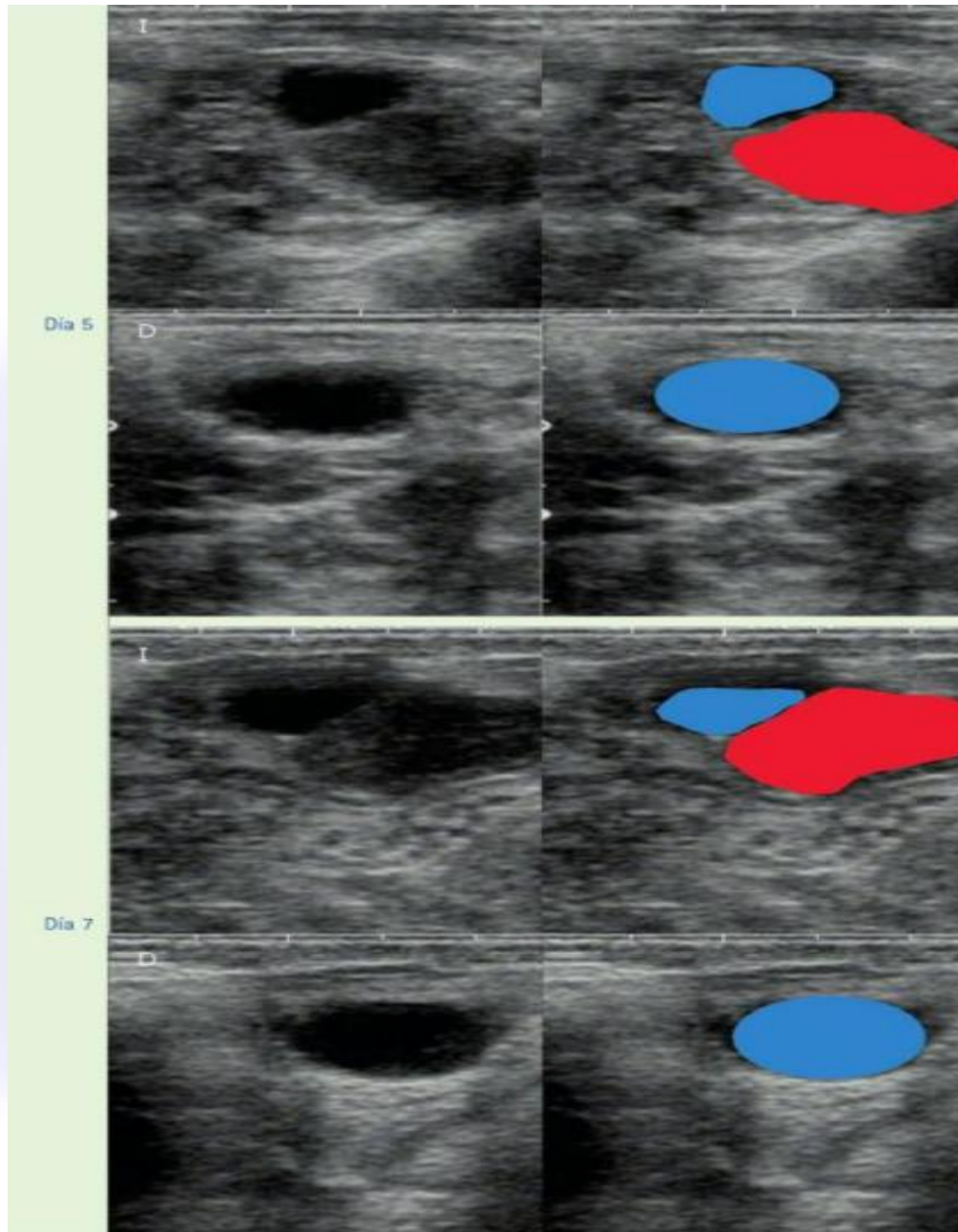
Figura 30: Dinamica Folicular de la vaca del día 0 al 3



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



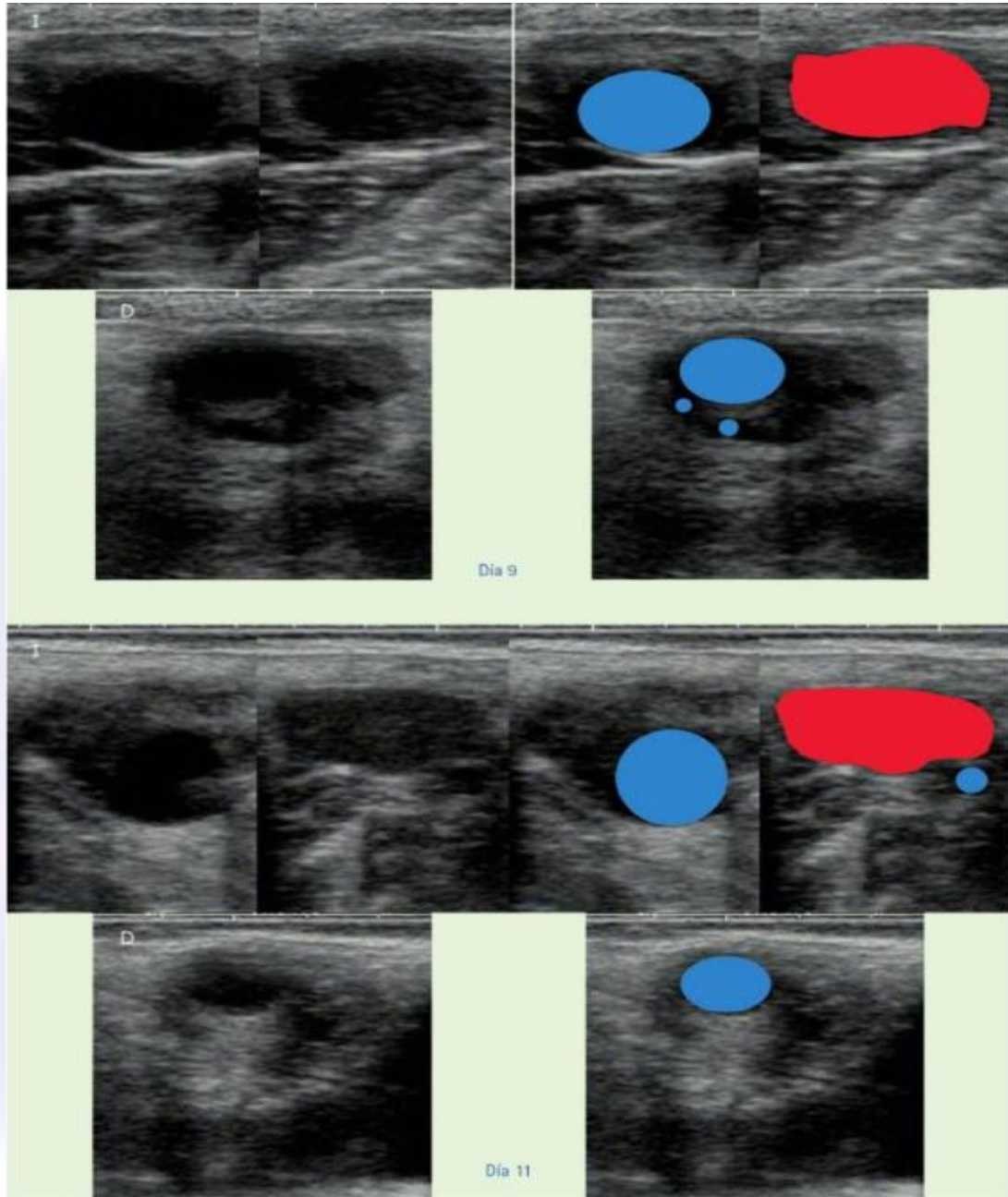
Figura 31: Dinamica Folicular de la vaca del dia 5 al 7



Fuente: Ecografia y reproduccion en la vaca. Quíntelas, 2006



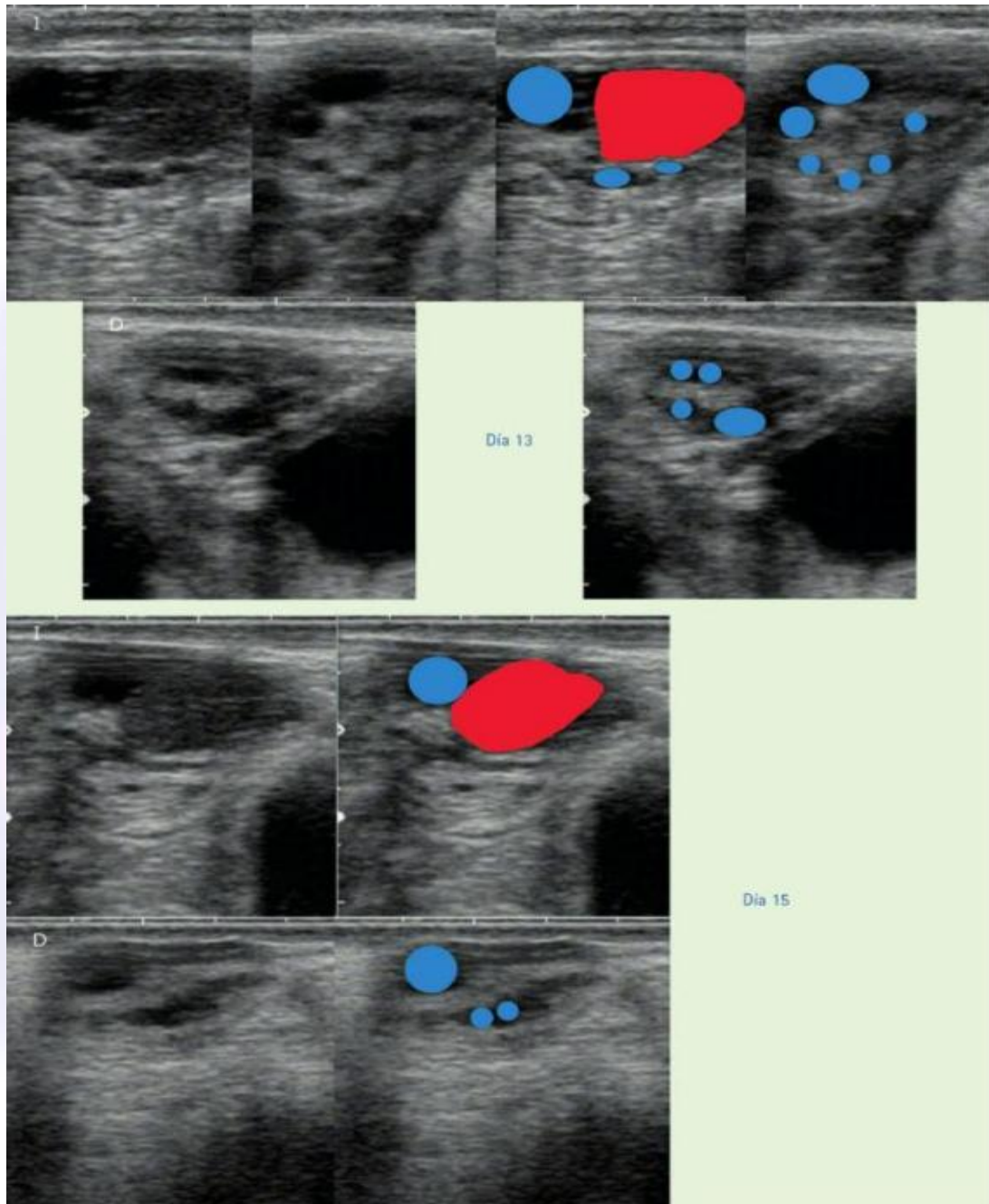
Figura 32: Dinamica Folicular de la vaca del día 9 al 11.



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



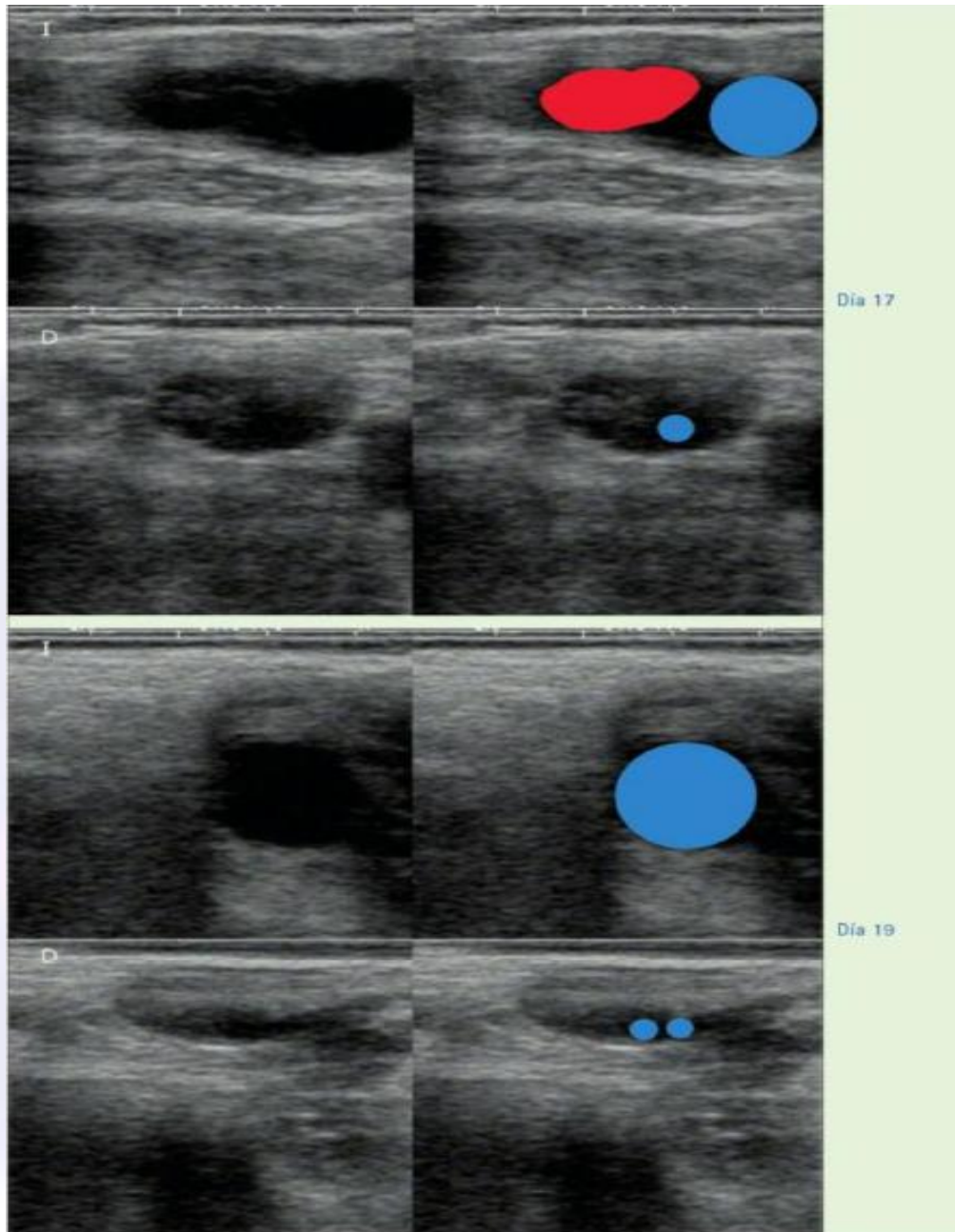
Figura 33: Dinamica Folicular de la vaca del dia 13al 15(Quíntelas, Luis. 2006)



Fuente: Ecografia y reproduccion en la vaca. Quíntelas, 2006



Figura 34: Dinamica Folicular de la vaca del día 17 al 19.



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



2.10.3 Morfología ultrasonográfica del cuerpo lúteo (CL).

La ultrasonografía también ha sido usada para caracterizar el CL bovino durante el intervalo interovulatorio. Su ecotextura es diferente a la del estroma ovárico e identificable por ultrasonografía en la mayoría de las vaquillonas a partir del día de la ovulación (promedio: día 0,5) y a partir del día 3 con bordes bien definidos. Normalmente se distingue a lo largo de casi todo el ciclo estral e inclusive hasta cerca de la siguiente ovulación (en promedio: 1,4 días antes de que la misma). En algunos casos el cuerpo albicans se distingue hasta 2 o 3 días post ovulación.

Se han realizado estudios para determinar la eficiencia de la ultrasonografía en la observación y medición del CL comparado con la examinación de las mismas estructuras *post mortem*. Se concluyó que no hay diferencias entre las dos técnicas ya que se visualizó correctamente en todas las vaquillonas (23/23) la localización del CL en el ovario izquierdo o derecho entre los días 12 y 14.



Los trabajos iniciales de morfología luteal demostraron que existen dos tipos distintos de CL: con o sin cavidad central. En un estudio, el 48% (11/23) de los CL tenían una cavidad central de un tamaño de entre 2 y 20 mm de diámetro. Cuando se utiliza ultrasonografía, esta cavidad central aparece como no ecogénica (negra) o hipoecogénica y rodeada por áreas relativamente hiperecogénicas de tejido luteal. Además tienen en general forma irregular y en algunos casos pueden aparecer como más de una cavidad.

En otro estudio realizado, 2 de 11 vacas evaluadas tenían cavidades de hasta 20-22 mm de diámetro, con bandas altamente ecogénicas y el análisis *post mortem* reveló que esas bandas son de un material tipo fibrina que atraviesa la cavidad. En todos los casos las cavidades estaban rodeadas por tejido luteal. Estos datos fueron completados por otros estudios realizados por Kastelic, donde se observó que las cavidades se detectan por primera vez el día 0,5 y luego aumentan de tamaño hasta el día 6 ó 7 y comienzan a disminuir para transformarse en un tejido denso hacia el final del ciclo estral.



Además se observó que la presencia de la cavidad se corresponde con el período de mayor tamaño del CL y que no afecta la longitud del período interovulatorio o el establecimiento de una preñez.

También son distinguibles los CL de animales superovulados, pero el recuento exacto de CL es dificultoso cuando el animal tiene más de 10 ovulaciones por ovario y requiere una gran experiencia por parte del operador.

De todas maneras es importante la evaluación al momento de la recolección para estimar el número de ovulaciones de una forma más exacta que la simple palpación rectal, pero sobre todo para evaluar la presencia de folículos anovulatorios o estados patológicos que pueden ser importantes a tener en cuenta para realizar la recolección.

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. 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. 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.

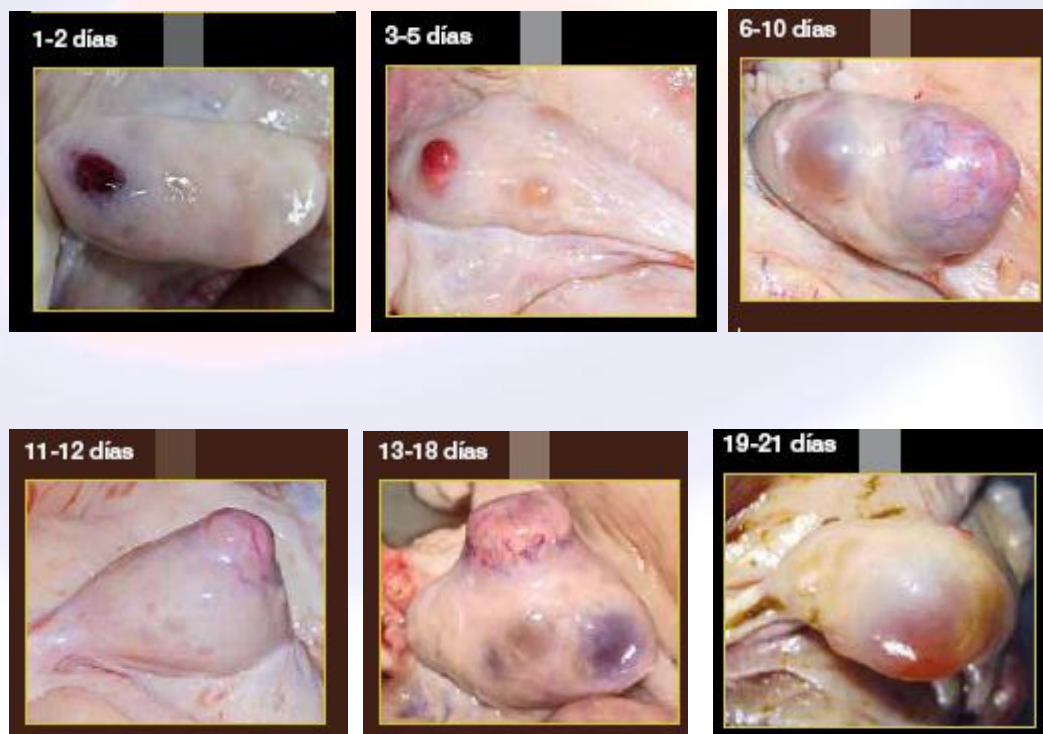
El color del CL por ecografía no puede ser utilizado para estimar el estadio del ciclo estral. El desarrollo así como la



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 (Agro Meat, 2010)

Figura 35: Desarrollo del CL durante un ciclo estral

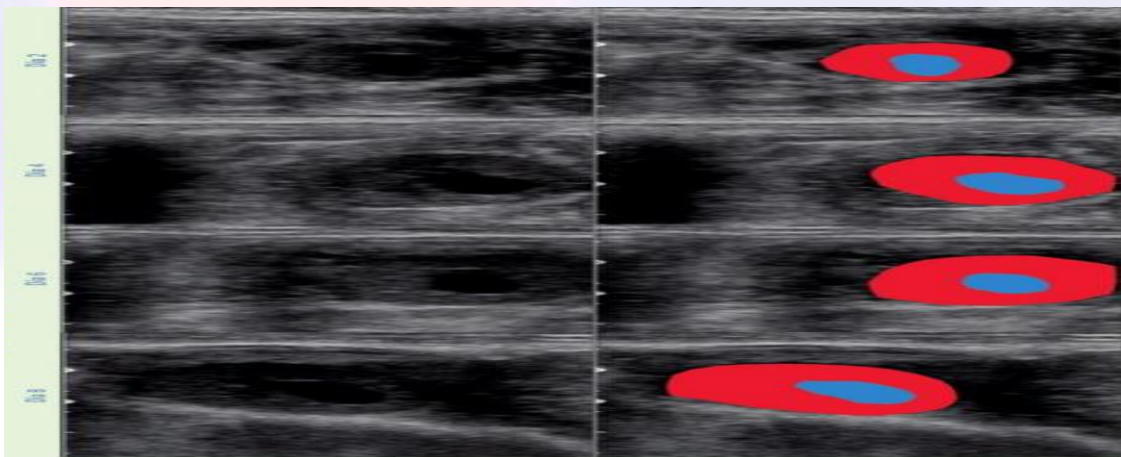


Fuente: El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico.
Fernández, M. 2006.



Gracias a la ultrasonografía podemos observar el desarrollo tanto de los folículos, así como del CL de la vaca. El uso de la ultrasonografía permitió coleccionar datos sobre el crecimiento folicular en el ovario. Los autores exponen que durante el ciclo estral bovino ocurren de 1 a 4 ondas de desarrollo folicular y al final de una onda aparece un folículo preovulatorio. Es así que estos conocimientos sobre la dinámica folicular pueden permitir mejorar la fertilidad, sincronizar el estro con más precisión e incrementar la respuesta superovulatoria. También la ultrasonografía proporcionó la evidencia de la existencia de un patrón de ondas en el desarrollo de folículos antrales en el ovario bovino.

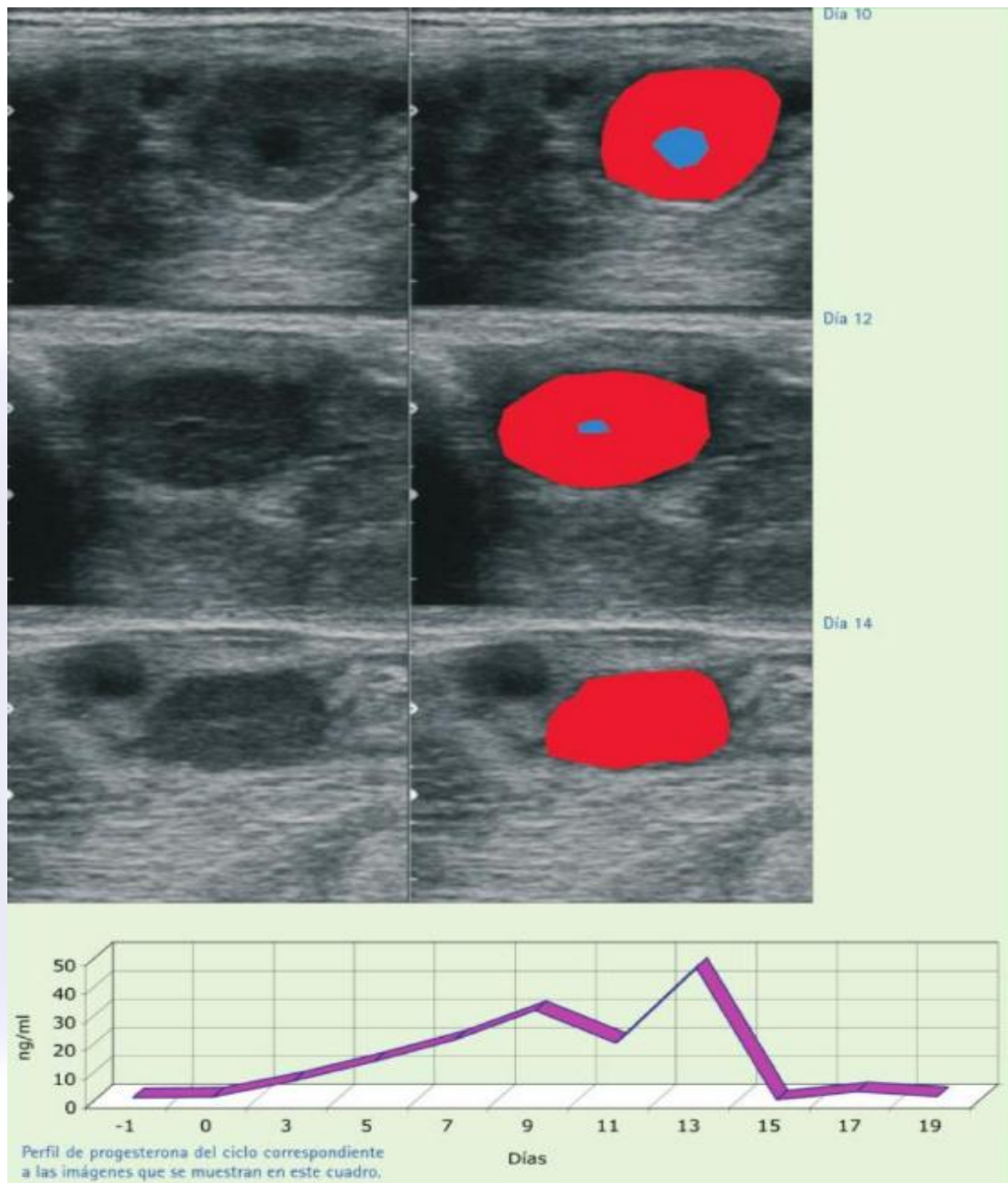
Figura 36: Ecografía del cuerpo lúteo durante el ciclo estral del día 2 al 8



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006.



Figura 36: Ecografía del cuerpo lúteo durante el ciclo estral del día 10 al 14



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



CAPITULO V

2.11 Determinación ultrasonográfica de la preñez de la vaca y del sexo del feto.

Otros usos importantes de la ultrasonografía es la determinación precoz de preñez, el seguimiento del desarrollo embrionario para detectar anomalías del feto, su muerte o el sexado fetal entre los días 58 y 100 de gestación.

2.11.1 Diagnóstico ultrasonográfico de la gestación:

Para determinar preñez comúnmente se utiliza la palpación rectal a los 60 días después del servicio. También se puede usar el dosaje de progesterona en leche o sangre el día 24. No obstante, esta técnica no ha resultado de gran utilidad en la práctica veterinaria.

La principal ventaja del ultrasonido en la detección de la preñez es la detección temprana de un embrión que por los métodos tradicionales no es palpable. El diagnóstico de la gestación puede ser rápida y exacta mediante



ultrasonografía en el día 26 pos inseminación artificial IA (Filteau y Descoteaux, 1998; Kastelic et al., 1991).

Cuando se realiza entre el día 21 y 25, la sensibilidad y especificidad del diagnóstico de gestación por ecografía es del 44,8% y de 82,3%, respectivamente, pero aumentó a 97,7% y 100%, respectivamente, cuando se llevó a cabo entre el día 26 y 33 pos IA (Pieterse et al., 1990)

La sensibilidad y especificidad del diagnóstico de preñez en vacas lecheras en producción basados en la detección ecográfica de líquido uterino, así como las membranas embrionarias 28 a 35 días después de la IA fue del 96% y 97%, respectivamente (fig. 38).

La observación directa de un feto mediante ultrasonografía fue más exacta que los análisis para detectar la presencia de proteínas específicas de la gestación en el plasma.

El diagnóstico de preñez en vaquillas de leche basada en la presencia de fluido uterino intraluminal antes del día 16, es poco fiable debido a pequeñas cantidades de líquido que están presentes en animales que no han sido inseminadas.

Varios eventos o características de un embrión se pueden detectar con el ultrasonido, esto puede ayudar a



determinar la edad exacta del feto (Curran et al. 1986).

Estas incluyen:

- 1) Los latidos cardíacos (día 22),
- 2) La médula espinal (día 28),
- 3) Los placentomas (día 35),
- 4) Las pezuñas partidas (día 44),
- 5) Las costillas (día 52),
- 6) Determinación del sexo (día 90).

Además de ayudar a determinar la edad del feto, el latido del corazón puede ser utilizado para determinar la viabilidad del embrión y la mortalidad. (Beal et al., 1992) informó que la mortalidad embrionaria fue mayor entre los días 25 y 45 (6,5%) que entre el día 45 y 65 (1,5%). Estos resultados indican que la ecografía permite determinar la presencia y la viabilidad de un embrión ya en el día 22.



Figura 38: Evolución del Feto de los 30 a 85 días
((Fernández, M. 2006).



Fuente: El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico.
Fernández, M. 2006.



Figura 39. Imágenes ecográficas de una gestación de los 30 a los 38 días.



Imagen ecográfica de una gestación de 30 días.



Imagen ecográfica de una gestación de 28 días.



Imagen ecográfica de una gestación de 34 días.



Imagen ecográfica de una gestación de 38 días.

Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



2.11.2 Determinación del sexo:

Se puede realizar el diagnóstico de sexo utilizando ultrasonografía entre los 55 y los 100 días de gestación. Revisando los conocimientos de embriología surge que durante la diferenciación sexual el tubérculo genital (TG) migra desde su posición inicial, intermedia entre el cordón umbilical y la base de la cola (día 48-50), para ubicarse definitivamente detrás del cordón umbilical en el macho (día 56) y cerca de la base de la cola en la hembra (día 53), diferenciándose en el pene y el clítoris respectivamente. Para el día 80 ya no se habla de TG sino de pene y clítoris, y se visualizan el escroto y las mamas.

El TG es una estructura ultrasonográficamente detectable, hiperecogénica y de forma bilobulada. En un trabajo realizado para determinar la certeza del diagnóstico por ultrasonografía basado en la ubicación del TG se concluyó que la técnica tiene un 100 % de eficacia cuando el TG llega a su ubicación definitiva. Por lo tanto la técnica puede ser usada con máxima certeza a partir de los días 55 y 60 de la gestación.



Para la realización de la técnica se debe comenzar haciendo una revisión del útero con el transductor, ubicar el feto y obtener una buena imagen del mismo. El feto se mueve bastante en este momento de su vida por lo que es necesario ser paciente y a veces esperar a que se quede quieto. El veterinario debe familiarizarse con las distintas imágenes del feto para saber en qué zona y con qué ángulo se está haciendo el corte ecográfico. La observación o identificación de la cabeza, los latidos cardíacos y el cordón umbilical constituye la referencia para reconocer la ubicación del feto. Luego debemos concentrarnos en la zona del cordón umbilical y de la cola para visualizar el TG.

La localización del TG depende del corte o de la imagen del feto. Hay tres vistas o cortes que se pueden usar para examinar el feto: vista lateral, vista frontal y vista transversal. Debido a la ubicación del tracto reproductivo y del feto, la vista lateral es difícil de obtener, la transversal es la más común, sobre todo en los fetos de más de 60 días. Habitualmente la más fácil de ver en fetos de 55 a 60 días, es la vista frontal.



Cuando se realiza una examinación con vista transversal se debe identificar la cabeza y luego mover el transductor hacia caudal para ver los latidos cardíacos y continuar hasta el cordón umbilical. Si el feto es macho, el TG estará inmediatamente en caudal del cordón umbilical, pero si es hembra, se debe continuar con el movimiento hasta la zona de la cola e identificar el TG inmediatamente hacia craneal y ventral de la misma. Por lo general es fácil visualizar su forma bilobulada pero el problema de estos cortes transversales es que es difícil calcular la distancia entre el cordón umbilical y el TG. Muchas veces ayuda a hacerlo una combinación de imágenes transversales y sagitales.

En una visión frontal se pueden ver la cabeza, tórax, abdomen y la zona inguinal. El operador debe mover el transductor y enfocar la inserción del cordón umbilical en el abdomen del feto. Con ese enfoque frontal se pueden identificar 7 zonas ecogénicas: miembros anteriores, miembros posteriores, cola, cordón umbilical y TG. Si el feto es macho, inmediatamente detrás del cordón umbilical se verá el TG. Si es hembra, algunas veces el TG se confunde con la cola, por lo que movimientos del transductor ayudarán a identificar las dos estructuras. Es



fácil obtener vistas laterales pero es difícil ubicar el TG en la hembra. Esta vista es útil para identificar el pene alrededor del día 90 de gestación.

Para realizar esta técnica se requiere de mucha experiencia, paciencia, un equipo de alta resolución y buenas condiciones de trabajo (principalmente poca luz). Si se dan estas condiciones su fiabilidad alcanza el 99 %. Normalmente es necesario indicar al cliente el índice de seguridad del diagnóstico. Esta es una indicación muy subjetiva y se basa principalmente en experiencia del operador y las condiciones de trabajo. No todas las vacas son iguales y a veces las características de la mucosa rectal o el tamaño del útero (úteros muy "caídos" en la cavidad abdominal) pueden dificultar el diagnóstico. Basados en estos aspectos y para tratar de tener un índice de confianza más objetivo, se realizó un trabajo de campo para determinar índices de seguridad en porcentajes que iban desde el 50 % (no-visualización) hasta el 99 % (máxima visualización). Para los índices intermedios se realizó una tabla donde se asignaron porcentajes de acuerdo a las veces que se podía identificar



el TG en sucesivos pasajes sobre del feto durante una misma examinación (Quíntelas 2006).

Por ecografía se diagnostica el sexo a partir del día cincuenta y cinco de gestación. En mi experiencia la edad ideal va desde el día cincuenta y ocho al setenta y cinco, esto depende en gran medida de la localización de útero, así, si el útero se mantiene pélvico, el sexaje se puede realizar hasta más de los cien días, pero si la vaca tiene un útero grande y descolgado en cavidad abdominal, es muy difícil llegar con la sonda cerca del feto y obtener una calidad de imagen diagnóstica.

El fundamento se basa en la visualización del tubérculo genital (TG) en una localización u otra. La imagen es de una estructura hiperecogénica que puede aparecer bilobulada o trilobulada. Esta estructura originará el pene en el macho y el clítoris y vulva en la hembra. Para el día ochenta ya no hablamos de TG y sí de pene y clítoris. Además se visualizan ya escroto y mamas (fig. 42).

Hasta el día cincuenta el TG se encuentra en una distancia intermedia entre el cordón umbilical y la base de la cola,



para esta fecha, el TG se aproxima hacia el cordón umbilical en el macho o hacia la base de la cola en la hembra.

Una vez localizado el feto, la sonda se pasa por encima, de lado o debajo del útero para tener lo más cerca posible el feto del transductor y conseguir mejor imagen. El feto se mueve bastante al principio, se debe esperar a que pare de moverse.

El ecografista debe familiarizarse con las distintas imágenes ecográficas del feto y saber en qué zona está dando el corte ecográfico. La cabeza, el palpitar cardiaco y el cordón umbilical son las estructuras de referencia para saber la situación del feto. La zona del cordón umbilical y la de la cola son las zonas de diagnóstico para visualizar el TG.

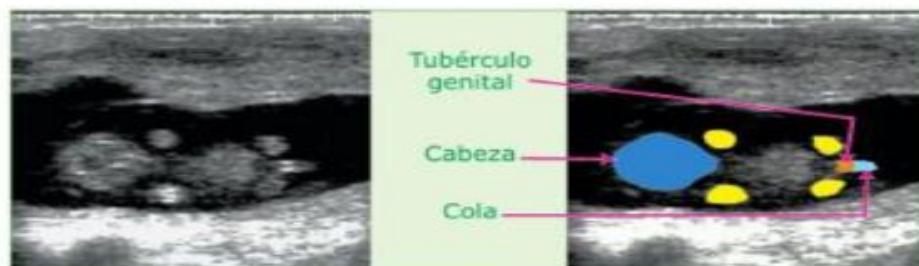
Nunca se debe emitir un diagnóstico de macho o hembra si no se ha visualizado perfectamente el TG en una localización u otra. Cuando se dan estas condiciones su fiabilidad alcanza el 99 por 100 (<http://www.todoveterinaria.com/articles/aplicaci-n-de-la-ecograf-a-en-la-reproducci-n-bovina-37.htm>)



Figura 40: Determinación ecográfica del sexo



Ecografía en plano horizontal de un feto de 51 días (miembros en amarillo).



Ecografía de un feto hembra de 51 días en plano horizontal (miembros en amarillo).

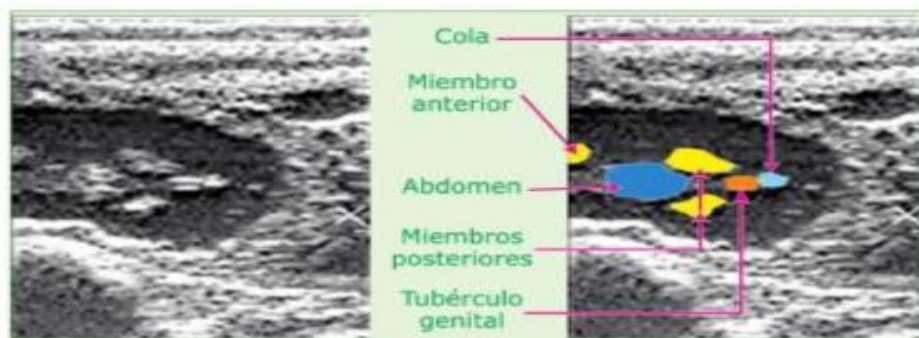


Imagen ecográfica de un feto hembra de 60 días en plano horizontal.



Imagen ecográfica de un feto macho de 66 días en plano horizontal (miembros en amarillo).

Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



Figura 41: Determinación ecográfica del sexo en un plano transversal.



Imagen ecográfica de un feto macho de 54 días en plano transversal.

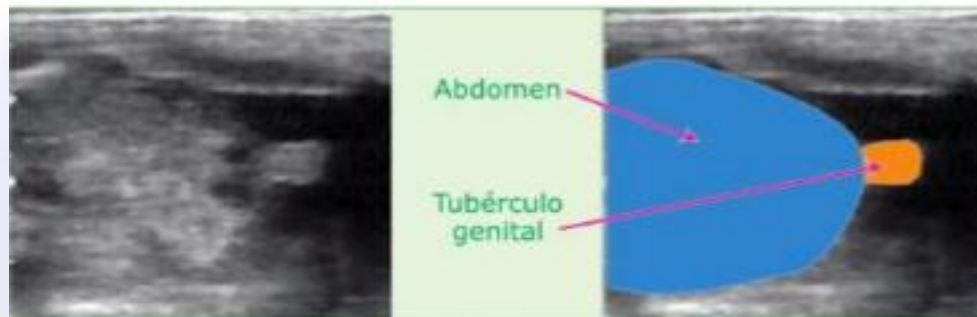


Imagen ecográfica de un feto macho de 108 días en plano transversal.



Imagen ecográfica de un feto macho de 65 días en plano sagital.

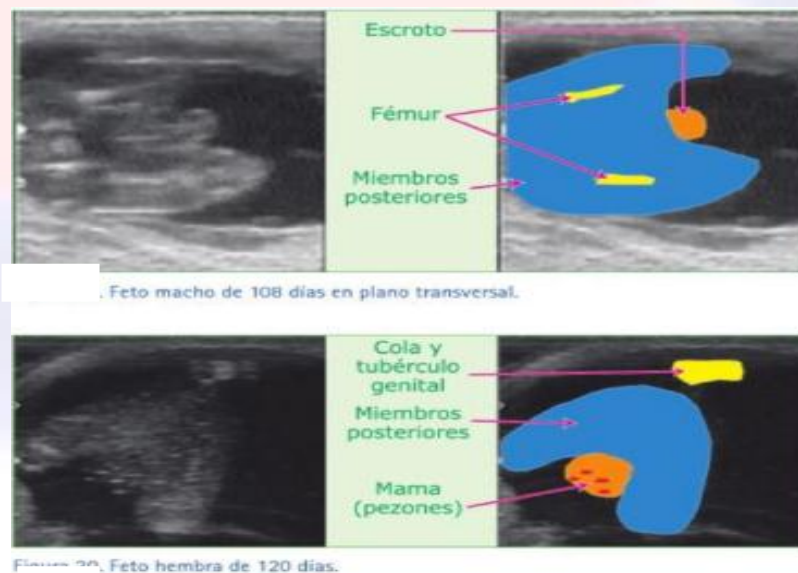
Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



2.11.2.1 Determinación del sexo fetal por visualización del escroto y los pezones:

Se trata de un diagnóstico más tardío (a partir de los 80-90 días) de gestación y por lo tanto es más complicado, debido a que el útero está más caído en cavidad abdominal y el feto es más grande, resultando más complicado realizar los planos de corte adecuados. La técnica consiste en visualizar, realizando cortes seriados a nivel del tercio posterior, la presencia del escroto en el macho, o los pezones en la hembra. (Fig.42)

Figura 42. Detección de sexo fetal por visualización del escroto y los pezones.



Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



III CONCLUSIONES

- La Ultrasonografía o ecografía es una técnica de diagnóstico por imagen de alta precisión para evaluar los procesos reproductivos en el bovino por el clínico veterinario.
- El proceso de aprendizaje y la adquisición de habilidades para la aplicación de la ecografía con fines diagnóstico y de utilización de biotecnologías en la reproducción bovina es relativamente fácil y rápido, además de gran ayuda para el médico veterinario.
- El examen del sistema reproductor bovino por ultrasonido es altamente eficiente en la evaluación útero-ovárica, permite una valoración confiable de la dinámica de las ondas foliculares, precisa las características del cuerpo lúteo, el diagnóstico precoz de la gestación, la identificación del sexo de la cría y la observación de los procesos patológicos principales de los órganos de la reproducción.



IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **AGROMEAT,** (2010).
www.agromeat.com/index.php?idnews=105201 Fecha de consulta Mayo 2011.
2. **AGROSCAN,** (2010) Catálogo AGROSCAN en español. Disponible en: www.agroscan.com Fecha de consulta Mayo 2011.
3. **ASIM, Kurjak – Chervenak Frank. (2009)** Ecografía y Ginecología. Editorial medica panamericana. p.p 49-60.
4. **BELLENDIA,** Omar G. (2003) La ecografía aplicada a la reproducción en especies de interés productivo, Montevideo – Uruguay. Disponible en: [http : / / www.ecografiavet.com](http://www.ecografiavet.com). Fecha de consulta Mayo 2011.
5. **CAMPO, E. (1998).** Aplicación de los ultrasonidos. Pie Medical en fisiología y patología de la reproducción. La Habana, Cuba, Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Medicina Veterinaria. Manual Pie Medical. Disponible en:



sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/inia.../08roa_n.pdf Fecha de consulta Mayo 2011.

6. **CAVAZOS, Fernando G. - M.V.Z.** "Algunas Consideraciones Sobre un problema Viejo: Vacas Repetidoras" [Art. Tec.]. Disponible en:

http://www.engormix.com/algunas_consideraciones_sobre_un_articulos_218 Fecha de consulta Mayo 2011.

7. **CORTES, J.M.** (2001) "Practica Farmacológica Reproductiva" [Art. Tec.]. Disponible en:

<http://www.mundoveterinario.net/marzo2001/reproduccionbovina.htm> Fecha de consulta Mayo 2011.

8. **CURA J. L. (2009).** Radiología esencial. Editorial Médica panamericana. Buenos Aires. p.p 35-40

9. **DEVESA MUNIZ Y SOLLA CAMINO (2011).** "ABC de la Ecografía Abdominal". Editorial Medica Panamericana. Segunda Edición. p.p 1-25

10. **DÌEZ, NATALIA.** (1997). Fundamento de la ecografía. En: Tamayo, M. et al. 5° Curso Práctico de Reproducción en Vacuno - Cursos Veterinarios Práctico de Navarra, Facultad de Medicina Veterinaria, UNAH, La Habana. Disponible en: Sitio



Argentino de Producción Animal. Fecha de consulta
Mayo 2011.

11. **EHEVERRIA LUISA (2001)**. “La Ecografía como técnica diagnostica” Disponible en: www.produccion-animal.com.ar Fecha de consulta Mayo 2011.
12. **FERNÁNDEZ, MANUEL (2006)** “El ciclo estral de la vaca – Diagnóstico en fotografías” Editorial Servet, Zaragoza – España. http://roble.unizar.es/search~S1*sp?/cLA+636.2.082.4+FER+cic/cLA+636.2!p.082.4+FER+cic!c/-3,-1,,E/browse Fecha de consulta Mayo 2011.
13. **GIRALDO; CARLOS (2003)**. Principios básicos de ultrasonografía veterinaria. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz82.htm> Fecha de consulta Mayo 2011.
14. **GNEMMI, G. (2006)**. La ultrasonografía en ginecología buiátrica. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar Fecha de consulta Mayo 2011.
15. **GONZÁLEZ-BULNES A. *, J. SANTIAGO-MORENO, R.M. GARCÍA-GARCÍA, M.J. COCERO,**



A. LÓPEZ-SEBASTIÁN, Dpto. Reproducción Animal.
INIA. Avda. Puerta de Hierro s/n. 28040-Madrid.
España bulnes@inia.es Disponible en:

http://www.inia.es/gcontrec/pub/gonzalez_1161097322875.pdf Fecha de consulta Mayo 2011.

16. **GODDARD P.J.** (2000). Ecografía veterinaria.
Editorial Acribia.

17. **HAFEZ, E.S.E.** (1989). Reproducción e
Inseminación Artificial en Animales. Mc Graw-Hill.
Instituto Babcock. "**Preñez y Parto**" [Art. Tec.].
disponible en: <http://www.babcockcals.wisc.edu/downloads/de/10.es.pdf> Fecha de consulta Mayo 2011.

18. **HOFER, Matthias** (2006). Curso básico de
ecografía 5ª Edición. Editorial medica panamericana.
p.p 6-9

19. **LEW. H.L. ET AL. (2007)**. Introduction to
musculos diagnostic ultrasound: examination of the
upper lim. Editorial Am J Phys Med Rehabil.
<http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/02/57/92/ChenandLewarticle.pdf> Fecha de consulta Mayo 2011.



20. **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. p.p 3615-3626
21. **NORIS ROA A. ENAYARIX CASTILLO INVESTIGADOR.** Técnico Superior Universitario contratada. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, estado Aragua. Correo electrónico: nroa@inia.gov.ve. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%208/08roa_n.pdf Fecha de consulta Mayo 2011.
22. **PIERRE, M., MARTÍNEZ, B. Y MÉNDEZ, MARÍA J.(1997).** Uso de la ecografía en la reproducción del ganado vacuno. Frisona Española - Temario del Criador - Enero/Febrero. p.p. 114-118
23. **PIERSON, R. A. and Ginther, O. J. 1984.** Ultrasonography of the bovine ovary. Theriogenology, p.p 495-504
24. **PIERSON, R.A., BO, G.A. Y ADAMS, G.P. (1993).** Uso de la ultrasonografía para el estudio de los eventos reproductivos en el bovino. Simposio



Internacional de reproducción Animal. Resúmenes,
22-24 de Octubre. Córdoba, Argentina. 1-9

- 25. PIERSON, R. A. AND GINTHER O. J. (1987).**
Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle. J. Vet. Med. Assoc. p.p 995-1002
- 26. QUÍNTELAS ARIAS, LUIS ÁNGEL Y OTROS AUTORES. (2006)** “Ecografía y Reproducción en la vaca” Universidad Santiago de Compostela. Servicio de publicaciones e Intercambio científico. p.p 10-96
- 27. 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. p.p 524-530
- 28. REGUEIRO, M (2008).** Anatomía del aparato reproductor de la hembra. www.mvz.unipaz.edu.com
Fecha de consulta Mayo 2011.
- 29. ROSELL ET AL, (2008).** Ultrasonografía y su uso en producción animal. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta Mayo 2011.



30. **RUPÉREZ, R. (1997).** Aplicación de la ecografía en la reproducción bovina. Albeitar, n° 4 (Abril). España. Sitio Argentino de Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta Mayo 2011.
31. **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. p.p 581-591
32. **SIROIS, J. AND FORTUNE, J. E. (1988).** Ovarian Follicular Dynamics during the Estrous Cycle in Heifers Monitored by Real-Time Ultrasonography. Biol. of Reprod. p.p 308 -317
33. **SISSON y GROSSMAN.** Anatomía de los Animales Domésticos. Ed. Salvat.
34. **TAMAYO, Manuel (2004)** Ecografía como medio diagnóstico y evaluación de los procesos reproductivos en el bovino. www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta Mayo 2011.



V ANEXOS

Tabla 1: Precocidad de la detección de las estructuras embrionarias y placentarias (Novillas lecheras, sonda de 5MHz) (adaptado de Curran et al. 1986)

	Media (días)	Rango
Embrión	20	19-24
Latidos cardíacos	21	19-24
Alantoides	23	22-25
Aspecto en C del embrión	25	22-30
Columna vertebral	29	26-33
Esbozos de los miembros anteriores	29	28-31
Amnios	30	28-33
Cavidades orbitarias	30	29-33
Esbozos de los miembros posteriores	31	30-33
Aspecto en L del embrión	33	29-39
Placentomas	35	33-38
Cristalino	40	37-44
Pezuñas	45	42-49
Movimientos fetales	45	42-50
Costillas	53	51-55

Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006



Tabla 2: Sensibilidad, especificidad y exactitud de la ecografía en el diagnóstico de gestación en la vaca en función de los días de gestación.

Días de gestación	Sensibilidad	Especificidad	Exactitud +	Exactitud -	Exactitud total
24 a 26	100%	36,36%	84,4%	100%	85,71%
27 a 29	99,72%	86,28%	92,1%	99,5%	94,6%
30 a 35	100%	88,53%	91,6%	100%	94,9%
36 a 40	99,83%	89,15%	92,9%	99,7	95,4%
41 a 45	100%	89,64%	94,3%	100	96,2%
46 a 50	100%	84,65%	93,3%	100	95,1%
51 a 60	100%	84,34%	94,1%	100	95,5%
> 60	100%	84,62%	96,4%	100	97,0%
Total	99,95%	87,31%	93,11%	99,89%	95,29%

Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006

Tabla 3: Fiabilidad de la ecografía para el diagnóstico del sexo fetal en función de los días de gestación

Días de gestación	Aciertos
< 55	87,7% (157/179)
55 a 70	96,1% (517/538)
> 70	92,0% (103/112)

Fuente: Ecografía y reproducción en la vaca. Quíntelas, 2006

