



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**RELACIÓN ENTRE LA PALPACIÓN Y EL
ULTRASONIDO EN LA IDENTIFICACIÓN DE
ESTRUCTURAS OVÁRICAS Y UTERINAS EN
VACAS ENCASTADAS (*Bos indicus-Bos taurus*)
EN EL TRÓPICO HÚMEDO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

OLIVIA TREJO SANDOVAL

ASESOR: DR. BENITO LÓPEZ BAÑOS

COASESOR: DR. ARMANDO ENRIQUE ESPERÓN SUMANO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer infinitamente:

A **Dios** por permitirme compartir cada tiempo y cada espacio con todas aquellas personas cuyo camino se ha encontrado con el mío.

A **mis padres**: Santiago y Angela por el cariño, apoyo incondicional y consejos que me han brindado en cada momento y a cada paso que doy.

A **mis hermanos**: Maiella, Alejandro, Gerardo, Cuauhtémoc, Rodrigo, Beatriz e Ian, por su ejemplo de constante lucha, ayuda, amistad y cariño.

A la **UNAM** por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta gran comunidad.

Al **Dr. Benito López Baños**, por su tiempo, asesoría, consejos y paciencia.

Al **Dr. Armando Enrique Esperón Sumano** por sus valiosas enseñanzas, por la gran paciencia que ha tenido conmigo, por permitirme participar en actividades que han servido a mi aprendizaje y sobre todo por el gran ser humano que me ha demostrado ser.

Al **Dr. Camilo** por haber despertado en mí, el interés por la técnica de Inseminación artificial en vacas, por haberme instruido en parte en el camino de la palpación rectal, por su tiempo y paciencia.

A **mis amigos**: Bico, Marquitos, Chofo, Chucho, Charlie, Moni, Eloy, Lucho, Camilo, Diego, Víctor, Gaby, Panque, Fabian y Arturo. Por su valiosa amistad, por cada momento compartido, por todo el apoyo y confianza, por sus palabras de aliento cada vez que todo se ponía de otro color. A Rubén, Andrés, Ceci y Adriana, por el apoyo brindado en la realización de este proyecto.

A **todas aquellas personas** que en cierta forma están relacionadas con mi vida, les deseo: "Bonitas lunas, hermosos soles y un excelente camino".

....."Si les sirve de algo, nunca es demasiado tarde o, en mi caso, demasiado pronto para ser quien quieres ser, no hay límite en el tiempo, empieza cuando quieras. Puedes cambiar o no hacerlo, no hay normas al respecto. De todo podemos sacar una lectura positiva o negativa, espero que tú saques la positiva. Espero que veas cosas que te sorprendan, que sientas cosas que nunca hayas sentido, que conozcas a personas con otro punto de vista, que vivas una vida de la que te sientas orgulloso(a). Y si ves que no es así, espero que tengas la fortaleza para empezar de nuevo..... "

ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	34
Materiales y métodos.....	35
Resultados.....	36
Discusión.....	40
Conclusión.....	43
Bibliografía.....	46

Lista de figuras

Figura 1. Vista dorsal del sistema reproductor de la vaca.....	9
(Peters y Ball, 1991) (adaptado de Sissons, 1982)	
Figura 2. Retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis y el ovario.....	10
(Hernández, 2012).	
Figura 3. Etapas de la folículogénesis, del folículo primario al maduro.....	11
(Banks, 1996).	
Figura 4. Estructuras ováricas presentes en los ovarios (folículos y.....	13
cuerpos lúteos) (Arthur y Noakes, 1991).	
Figura 5. Representación esquemática de los estadios de desarrollo.....	13
folicular ovárico, ovulación y función luteínica (Peters y Ball, 1991).	
Figura 6. Ciclo estral de la vaca (Banks, 1996).....	15
Figura 7. Concentraciones hormonales en la circulación periférica.....	17
de la vaca durante la gestación y el parto (Arthur y Noakes, 1991).	
Figura 8. Morfología del placentoma de la oveja y la vaca (Galina, 2010).....	17
Figura 9. Desarrollo del concepto de la vaca gestante (Gordon, 1996).....	18
Figura 10. Modelo de recuperación ovárica postparto en vacas.....	20
productoras de carne (Galina, 2010).	
Figura 11. Retracción uterina.....	23
Figura 12. Detección de la gestación por la palpación rectal	23
(Arthur y Noakes 1991).	

Figura 13. Onda sónica (Quintatela, 2006).....	26
Figura 14. Tipos de transductores. A la izquierda uno lineal de uso.....	28
transrectal y a la derecha uno sectorial (Quintatela, 2006).	
Figura 15. Componentes de un equipo de ultrasonografía (Quintatela, 2006).....	29
Figura 16. Emisión y recepción de ondas de ultrasonido desde un.....	30
transductor hacia los órganos reproductivos de la vaca (Perea, 2005).	

Resumen

Con la finalidad de evaluar la relación entre las lecturas realizadas con un equipo de ultrasonido y la palpación rectal sobre las estructuras ováricas y uterinas en vacas encastadas (*Bos indicus*- *Bos taurus*) en el rancho “Devenir” ubicado en el municipio de Palenque, Chiapas. Se realizó el siguiente trabajo donde se utilizaron 70 vacas encastadas (*Bos indicus*- *Bos taurus*), entre novillas de 24 meses en adelante y vacas adultas sin importar su estado reproductivo. Dichas hembras fueron diagnosticadas primero mediante la técnica de palpación rectal, se efectuaron las anotaciones correspondientes y los hallazgos encontrados en el aparato reproductivo de las mismas, posteriormente se introdujo el transductor tipo lineal de 7.5 MHz del equipo de ultrasonido (US) (B-ultrasound diagnostic system CM600B-2) vía transrectal para verificar los diagnósticos de gestación. De las 47 vacas que resultaron vacías se seleccionaron 23 vacas (principalmente que presentaran actividad ovárica), las cuales se les tomo lectura de las estructuras ováricas mediante las dos técnicas. Una vez obtenidos los datos, se calcularon: Porcentaje de hembras gestantes, periodo de gestación de las mismas, porcentaje de hembras no gestantes, actividad ovárica en hembras vacías. Y se analizó la relación existente de los resultados obtenidos por ambas técnicas por medio de un análisis estadístico para las estructuras ováricas obtenidas. Ambas técnicas se asociaron por medio de pruebas de Rangos de Spearman. Para lo cual se empleó el programa “NWA STATPAK”. Se obtuvo que la tasa de preñez o porcentaje de hembras gestantes fue de 33%, donde el 9% se encontraba en el 1er tercio, 52% en el 2do tercio y el 39% en el 3er tercio. El porcentaje de hembras vacías fue de 67% (47 hembras). De las 23 vacas vacías, el ovario derecho tenía estructuras (35%), mientras que en el ovario izquierdo solo el 13%, en ambos ovarios 48% y el 4% se encontraron estáticos. Al asociar ambas técnicas se obtuvo que el coeficiente de correlación del ovario derecho fue de $r_s=0.64$, mientras que en ovario izquierdo fue de $r_s=0.80$. Estos resultados nos indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambas técnicas.

Introducción

En México la ganadería bovina representa una de las principales actividades del sector agropecuario, por la contribución que realiza a la oferta de productos lácteos y cárnicos, así como su participación en la balanza comercial del país, donde la exportación de becerros en pie para su finalización principalmente en los estados fronterizos de EUA y exportación de carne fresca, refrigerada o congelada a países asiáticos siguen siendo su principal rubro de aportación (Luna y Albarrán, 2006).

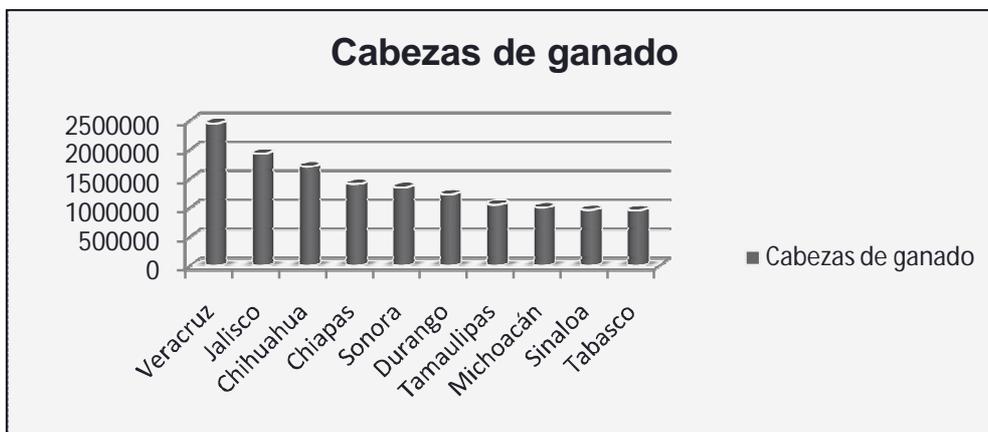
Según cifras tomadas del INEGI, las existencias de ganado bovino en México para 2007 se contabilizaron en 23,316,942 cabezas (INEGI,2007). Por otra parte cifras preliminares del SIAP, para el año 2011 en México, la población nacional de bovinos para carne y leche, se estimó alrededor de las 32,936,334 cabezas de ganado, de los cuales el 93 % se encuentran destinados para bovinos de carne y el 7 % para bovinos de leche (SIAP, 2010).

Dentro de las existencias de ganado bovino el 99% está ubicado en Unidades de Producción y el 1% en viviendas. De las unidades productoras se deriva el 5% en Unidades Productoras Urbanas (UPU), mientras que el 95% se encuentran en Unidades Productoras Rurales (UPR) (INEGI, 2007).

En cuanto a la actividad y función zootécnica se censo que aproximadamente el 3% son sementales, 13% vientres solo para leche, 14% vientres solo para carne, 11% vientres de doble propósito, 1% que es destinado para trabajo y el 54% se encuentra en desarrollo o engorda (INEGI, 2007).

En el año 2012 SIAP reporta una producción anual de bovinos en ganado en pie de 3,464,781 toneladas y 1,820,547 toneladas de carne de bovino en canal. Entre los principales estados productores de bovino se encuentran: Veracruz, Jalisco, Chihuahua, Chiapas, Sonora; entre otros, con la mayor concentración de población bovina (SIAP, 2012).

Grafica 1. Principales estados productores de ganado bovino para el año 2007 en México



NOTA: la información presentada corresponde a los datos captados en el cuestionario de Unidades de Producción Y en viviendas con existencias de bovinos.

FUENTE: **INEGI**. *Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007, VIII. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Ags. 2009*

Los sistemas de producción basados en animales capaces de producir leche pero a su vez que las crías, sobre todo los machos, sean destinados al abasto, han tenido un importante nicho entre los ganaderos, particularmente aquellos que se encuentran en las zonas del trópico (Galina, 2010).

En la región tropical (húmeda y seca) de México se encuentra aproximadamente el 64 % de la población bovina nacional, la cual está formada por varias razas. Sin embargo, la gran mayoría de los bovinos que aquí se encuentran son genealógicamente una mezcla de diferentes razas como resultado de cruzamientos entre ellas durante varios años. Las razas de mayor influencia son las Cebuinas, como Indobrasil y Brahman y las Europeas como la Criolla y Pardo Suizo, entre otras (Román, 1981).

El grado de heterosis que presentan los bovinos dedicados a doble propósito en el trópico es un factor importante, ya que si las vacas tienen más de $\frac{3}{4}$ de sangre europea, su resistencia a enfermedades y su capacidad para disipar el calor se ven seriamente afectados. Por el contrario si la cantidad de sangre europea, no sobrepasa el 30%, la producción de estos animales, sobre todo la de leche, es la que se ve seriamente comprometida (Galina, 2010).

La eficiencia reproductiva de los bovinos es el factor más relacionado con la productividad de las explotaciones. El interés por lograr altos índices de fertilidad se

debe a que los ingresos en la empresa ganadera se reducen a medida que el intervalo entre partos se prolonga más allá de los 365 días (Calderón *et al.*, 1996).

Los requerimientos de la creciente población humana por productos de origen animal es cada vez mayor y obligan a hacer más eficientes los sistemas de producción. Resulta crucial la necesidad de conjugar el manejo zootécnico, el empleo de las herramientas tecnológicas, con el manejo de los recursos forrajeros, el establecimiento de la época de empadre y complementación alimenticia para mejorar estos sistemas de producción (Basurto, 2007).

La productividad de los bovinos en el trópico es baja debido a dos aspectos: A) por la tasa de crecimiento en los animales en desarrollo y B) por la eficiencia reproductiva. Ambos son el reflejo de la interacción de varios factores como: calidad genética del ganado, estacionalidad en la calidad y disponibilidad de los forrajes, influencias medioambientales, y tradicionalismo en los sistemas de manejo (Basurto, 2007).

En la mayoría de los países tropicales existen todavía un elevado porcentaje de programas reproductivos basados en monta natural, sin embargo debido a exigencias productivas la implementación de inseminación artificial (IA) ha aumentado considerablemente en el manejo reproductivo de las ganaderías de carne y doble propósito (Forero *et al*, 2005).

Los índices reproductivos de la ganadería tropical son evidencia de la baja productividad: Pubertad en las hembras, como indicador de su incorporación a la reproducción, se realizan a una edad muy avanzada, generalmente a los 17 meses. Del mismo modo ocurre con el intervalo entre partos que en la mayoría de los casos son cercanos a los 500 días. Ambos parámetros se traducen en baja eficiencia reproductiva (Basurto, 2007).

Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la vaca

Los órganos genitales de las hembras tienen diversas funciones como la producción de óvulos, transporte de los gametos masculino y femenino para la fertilización, el mantenimiento y la nutrición del organismo en desarrollo, el parto en el momento apropiado y la secreción de hormonas. El aparato reproductor de la hembra bovina está constituido por 2 ovarios, 2 oviductos, útero, vagina, vulva y glándula mamaria. (Banks, 1996).

Ovarios

Son órganos pares suspendidos en la región sublumbar, caudalmente a los riñones (Dyce, 2006); su localización depende del estado fisiológico de la hembra, por ejemplo, en vacas de varios partos se localizan en cavidad abdominal, así en vacas de pocos partos se pueden encontrar sobre el borde pélvico. En tanto más avanzada sea la gestación o exista más contenido uterino, los ovarios tienden a hallarse más lejanos y son inaccesibles a partir del cuarto o quinto mes de gestación (Zemjanis, 1992). En cuanto a tamaño, los ovarios del ganado cebú son menores que en razas europeas (Gordon, 2004).

Su forma es ovoide semejante a una almendra, son de consistencia firme, efectúan funciones endocrinas y exocrinas, producen estrógeno y progesterona así como gametos femeninos (óvulos), tienen la capacidad de responder a hormonas adenohipofisarias por lo que su volumen puede duplicarse inclusive en ausencia de folículos (Galina, 2010). La ausencia de este soporte hormonal típico producirá un ovario contraído y pequeño, con un espacio intercelular reducido (Hafez, 2002).

Los ovarios tienen una zona externa llamada corteza o zona parenquimatosa y una zona interna llamada médula o zona vascular. La corteza tiene muchos folículos en diferentes etapas de desarrollo y cuerpos lúteos que les confieren una apariencia irregular, células intersticiales y elementos del estroma (Banks, 1996). La médula tiene grandes vasos sanguíneos, vasos linfáticos, nervios y algunos restos embrionarios. Los constituyentes medulares se continúan con la unión mesovárica. Los restos embrionarios son parte de la red ovárica (Dyce, 2006).

Las arterias ováricas entran al órgano en el hilio y se distribuyen a la médula. Las ramificaciones continúan hacia la unión corticomedular formando un extenso plexo a partir del cual se originan vasos que irrigan la corteza (Fradson, 1982).

Oviductos

Estructuras tubulares pequeñas que miden entre 15 y 25 cm de largo y 2 mm de diámetro, surgen como un adelgazamiento de los cuernos uterinos y tienen la finalidad de comunicar al útero con el ovario (Banks, 1996). La porción en la que se unen el útero con el oviducto se denominan unión útero tubárica tiene 3 porciones; el istmo, ampulla e infundíbulo. El istmo es la primera porción del oviducto, en el ampulla se lleva a cabo la fertilización y el infundíbulo tiene forma de embudo y rodea al ovario (Dyce, 2006). Otra de sus funciones es transportar los gametos masculino y femenino a la

zona donde se implantará el producto. El oviducto está inervado por filamentos nerviosos de los plexos uterinos y pélvicos e irrigados por las arterias ováricas y uterinas (Hafez, 2002).

Útero

Órgano tubular muscular hueco, de forma bicorne, constituido por dos cuernos tubulares y encorvados, con la superficie convexa, estos miden entre 20 y 40 cm de largo dependiendo de la edad y raza, los cuales se unen por el ligamento intercornual ventral y dorsal. El cuerpo del útero mide aproximadamente 2.5 a 3 cm de largo y 3 a 4 cm de diámetro (Dyce, 2006). Puede localizarse en la cavidad pélvica, sobre el borde pélvico o en la cavidad abdominal dependiendo de la etapa de gestación o contenido uterino (Zemjanis, 1992).

Efectúa funciones esenciales para la reproducción, transporta el semen al sitio de fertilización, es el sitio donde se lleva a cabo la gestación, nutre al embrión en la etapa de implantación, tiene una gran capacidad de elasticidad que le permite a los productos distribuirse y crecer, así como ayudar para que el producto sea expulsado durante el parto (Hafez, 2002). Todas estas capacidades se deben a la existencia de sus 3 capas: endometrio, miometrio y perimetrio, las cuales en conjunto participan para que todas las funciones reproductivas que desempeña el útero sean llevadas a cabo (Hernández *et al.*, 1999).

A lo largo de los cuernos uterinos presenta alrededor de 200 carúnculas uterinas, que son prominencias ovales distribuidas irregularmente sobre la superficie, tienen la finalidad de fijar a la placenta. En úteros no grávidos las carúnculas miden de 10 a 15 mm de longitud. Durante la preñez se hacen mayores y pedunculadas (Galina, 2010).

El útero, el oviducto y el ovario están sostenidos por el ligamento ancho, que recibe diferentes nombres de acuerdo con la porción del aparato reproductor que sostiene; mesometrio para la porción uterina, mesosalpinx para la porción del oviducto y mesovario para la porción ovárica. Esta irrigado por la arteria uterina y la rama de la arteria urogenital; esta inervado por fibras simpáticas de las regiones lumbares y torácicas bajas que forman el plexo uterino y pélvico (Dyce, 2006).

El cérvix o cuello uterino es el órgano tubular que separa el útero de la vagina protegiéndolo del contacto externo, tiene la capacidad de cerrar herméticamente a excepción del periodo de estro y al momento del parto, en donde facilita el paso de los espermatozoides o del producto (Dyce, 2006). Se puede localizar en el borde pélvico o

en la cavidad abdominal de dependiendo de la etapa de gestación o contenido uterino (Zemjanis, 1992). El tamaño varía con la edad, etapa del ciclo reproductivo y presencia o ausencia de anormalidades y raza, siendo mayor tamaño en vacas de varios partos o en vacas Brahman y sus cruza, las cuales presentan dimensiones superiores al promedio (Hernández *et al.*, 1999). En vacas adultas no embarazadas, el cuello es de 7 a 10 cm de longitud. La tortuosidad depende de la presencia de pliegues circulares de la mucosa cervical que en razas europeas es de 3 y en razas Cebú presenta mayor longitud (5 pliegues) (Zemjanis, 1992).

Presenta un epitelio con células caliciformes que producen moco que varía en consistencia y volumen de acuerdo con el día del ciclo estral. Durante el estro el cérvix está hiperémico por lo que no debe ser confundido con un proceso inflamatorio (Banks, 1996). Algunas de las funciones del cérvix son: facilitar por medio del moco cervical, el transporte de los espermatozoides, así como ser el primer filtro, selección y barrera de los espermatozoides. A su vez, las criptas cervicales formaran el primer reservorio de espermatozoides (Galina, 2010).

Durante el estro los estrógenos estimulan la producción de moco, en las demás etapas del ciclo la progesterona hace que el cérvix produzca moco escaso y espeso convirtiéndose en una barrera para los espermatozoides (Hafez, 2002). En la gestación la influencia de la progesterona estimula la formación en el cérvix del tapón de Warton; este tapón tiene la función de cerrar herméticamente el cérvix para aislar totalmente al útero durante la gestación (Hernández *et al.*, 1999). El cérvix está irrigado por la arteria uterina y una ramificación de la arteria urogenital y se encuentra innervado por filamentos nerviosos de los plexos uterinos pélvicos (Dyce, 2006).

Vagina

Órgano fibromuscular dilatado formado por una pared gruesa que se extiende desde el cérvix hasta la vulva. Tiene una longitud promedio de 25 a 30 cm, en animales vacíos y está formada por 3 capas (mucosa, muscular y adventicia). La mucosa tiene un epitelio escamoso estratificado que tiene la capacidad de variar el grosor y tipo celular en el ciclo ovárico y la producción de hormonas esteroides; durante el estro los estrógenos producen un epitelio escamoso estratificado y durante los demás días del ciclo el epitelio es cuboidal (Dyce, 2006).

Desempeña varias funciones en la reproducción: es el órgano copulatorio donde se deposita el semen, por su musculatura vaginal tipo rugoso permite la distensión de la

vagina durante el apareamiento y el parto (Hafez, 2002). La vagina está irrigada e inervada por ramificaciones de la arteria urogenital y por los nervios del sistema autónomo del plexo pélvico (Dyce, 2006).

Vulva

Es la porción terminal del aparato genital femenino. Está formado por labios vulvares, izquierdo y derecho, los cuales se unen en las comisuras dorsal y ventral (más grandes en hembras cebú). La vulva representa el final del aparato urinario, su posición es vertical (Dyce, 2006), está bajo la influencia de las concentraciones cíclicas de progesterona y de estrógenos; durante el proestro y el estro las concentraciones de estrógenos pueden encontrarse elevadas por lo que presenta edema y eritema (Hernández *et al.*, 1999).

En la comisura ventral de la vulva se localiza el clítoris, una estructura eréctil homóloga al pene, que mide de 3 a 6 cm de largo y descansa en una depresión llamada fosa del clítoris. La vulva está irrigada por las arterias pudendas internas y externas y por la arteria urogenital, y está inervada por fibras sensoriales nerviosas pudendas y nervios caudales del recto (Fradson, 1982).

Vestíbulo

Se localiza entre la vulva y la vagina; mide entre 10 y 12.5 cm de largo, está formado por músculos circulares que tienen la función de cerrar el canal genital unidos al periné, músculos del ano y última vértebra del sacro. Durante el parto ayuda a las contracciones para la expulsión del producto. Está irrigado e inervado de la misma manera que la vulva (Dyce, 2006).

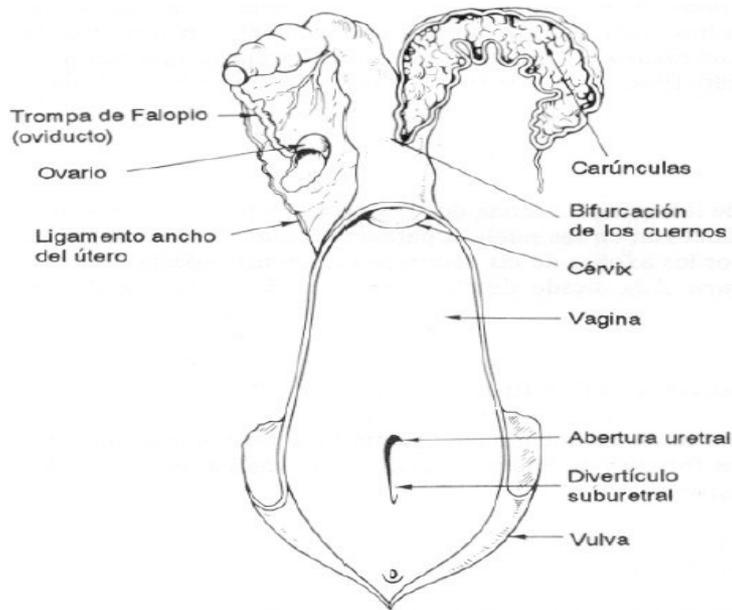


Figura 1. Vista dorsal del sistema reproductor de la vaca (Peters y Ball, 1991) (adaptado de Sissons, 1982)

Ciclo estral de la vaca

La pubertad es la etapa del desarrollo en la que el individuo adquiere la capacidad de liberar gametos viables (Galina, 2010). Las vaquillas Cebú alcanzan la pubertad a la edad de 18 a 24 meses, en el primer estro que va seguido por una fase luteínica normal. La pubertad y la primera ovulación no son sinónimos en la mayor parte de las vaquillas. Después de la primera ovulación se presentan ciclos estroales cortos y el estro sin ovulación, antes de que el sistema reproductivo funcione en su totalidad (Hafez, 2002).

En las hembras sexualmente maduras, la actividad cíclica es parte integral de sus órganos reproductores (Smith, 2009). Los procesos de ovulación y producción de hormonas esteroides por los folículos ováricos están regulados por la liberación de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), que provienen del lóbulo anterior de la glándula pituitaria (hipófisis) (Galina, 2010).

Durante su vida reproductiva, las hembras bovinas presentan ciclos estroales a intervalos de 19 a 23 días. En las novillas la duración media es de 20 días, en las vacas 21 días (Arthur y Noakes, 1991). Según la presentación del ciclo estral, se consideran poliéstricas continuas durante todo el año. Estos comprenden una serie de eventos ováricos, endócrinos y conductuales recurrentes que tienen la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación (Hernández *et al.*, 1999).

El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro, está formado por núcleos pares de neuronas que se comunican con la hipófisis mediante un sistema circulatorio especializado conocido como sistema porta-hipotálamo-hipofisiario (Dukes, 1970). Las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo secretan la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH). La síntesis y secreción de FSH y LH está controlada a su vez por dicha hormona. Los esteroides gonadales modulan la secreción de GnRH a través de mecanismos de retroalimentación tanto positiva como negativa. Así se forma un eje neuroendócrino conocido como eje hipotálamo-hipofisiario-ovárico que constituye la columna vertebral del sistema que controla la función reproductiva en las hembras (Hafez, 2002).

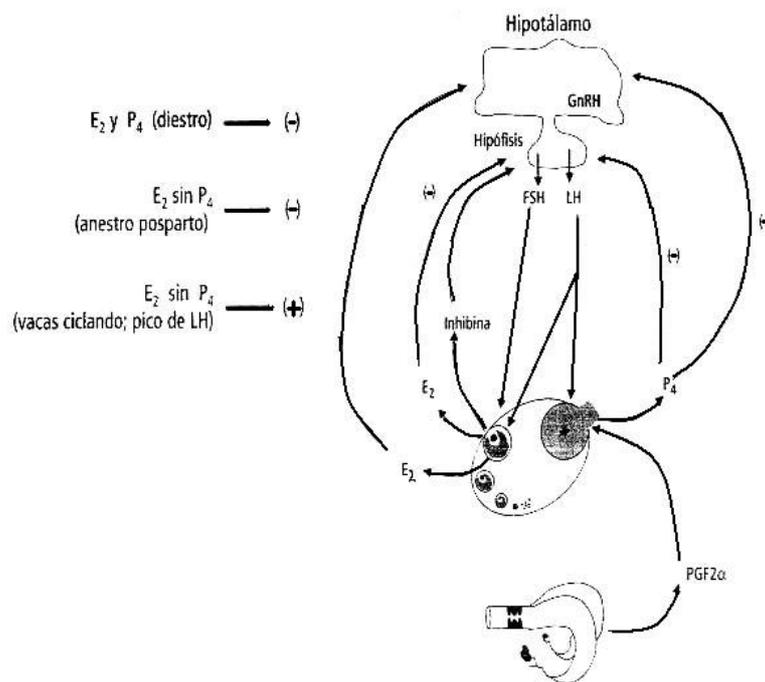


Figura 2. Retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis y el ovario (Hernández, 2012).

Un ciclo estral comprende el periodo entre un estro y el siguiente. Si después de la cópula se logra la fertilización, los ciclos estrales se ven interrumpidos por la gestación, presentando un anestro fisiológico (Dukes, 1970). Cabe mencionar que este ciclo estral también puede ser afectado por infecciones reproductivas, persistencia de cuerpo lúteo, malnutrición y estrés (Galina, 2010).

Existen factores que pueden influenciar sobre la duración del ciclo estral tales como: raza, estación del año, presencia del toro, nutrición, producción láctea, número de lactación, número de vacas que se encuentran en celo al mismo tiempo, etc. (Arthur y Noakes, 1991).

Desarrollo folicular

Como se mencionó anteriormente, el ovario es el responsable de la producción de ovocitos y de la síntesis de hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, las cuales promueven y regulan la fertilización del ovocito y el mantenimiento de la gestación. El ovocito se encuentra dentro del folículo ovárico rodeado por células de la granulosa las cuales participan en forma activa en su crecimiento y maduración (Hernández, 2012).

La hembra bovina nace con aproximadamente 200,000 folículos primordiales, pero la mayoría de ellos sufren atresia en diferentes partes del desarrollo, solo pocos inician su crecimiento (500-1500) en algún momento de la vida del animal (Hernández, 2012).

Un folículo ovárico es una acumulación de células esféricas que contienen el gameto en desarrollo. La continuidad del desarrollo folicular se caracteriza por la aparición de folículos específicos: primordial, primario, secundario y maduro (Bearden y Fuquay, 1982). El crecimiento y maduración folicular se presenta bajo la influencia de gonadotropinas (Banks, 1996).

El folículo primordial está formado por un ovocito desprovisto de la zona pelúcida y rodeado por una capa de células epiteliales planas. Posteriormente estos folículos se activan y se convierten en folículos primarios y secundarios; hasta este momento los folículos no tienen antro (etapa preantral) y su desarrollo es independiente de gonadotropinas. Cuando los folículos forman el antro se conocen como folículos terciarios y su desarrollo es dependiente de gonadotropinas (Hernández, 2012).

El crecimiento folicular en la etapa antral durante el ciclo estral, ocurre con un patrón en forma de onda u oleada, con una oleada como mínimo y cuatro como máximo: el patrón más frecuente es el de tres ondas (Hafez, 2002). Cada ola folicular contribuye a que aparezca un folículo dominante de gran tamaño (mayor a 10 mm), se sabe que un ciclo estral con tres olas dura más que uno con dos (Gordon, 2004).

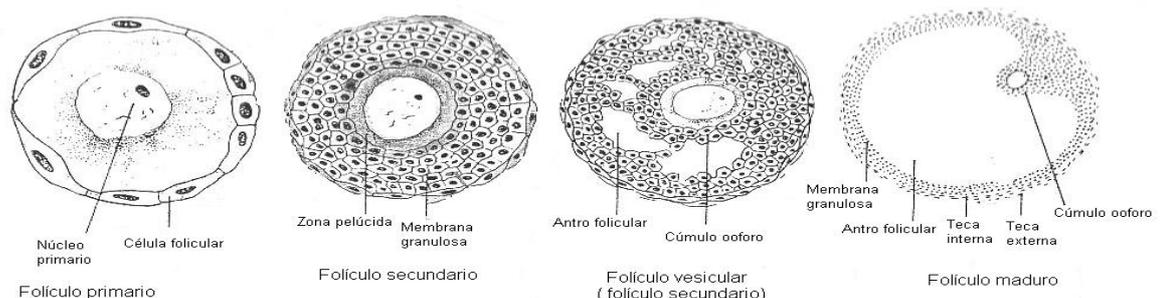


Figura 3. Etapas de la foliculogénesis, del folículo primario al maduro. (Banks, 1996).

Cada oleada comienza con un aumento en los niveles de FSH, lo cual promueve el crecimiento de un grupo de cinco a seis folículos (4 mm de diámetro) (Díaz, 1999); este proceso es conocido como reclutamiento. Posteriormente, un solo folículo continúa creciendo (folículo dominante), lo que provoca un aumento en las concentraciones de estrógenos e inhibina y una disminución en las concentraciones de FSH y atresia de los folículos subordinados, mientras que el folículo dominante continúa su desarrollo gracias a la LH que es la que lo estimula ahora. El folículo dominante perdura de 4 a 6 días, y si no llega a ovular sufre atresia, disminuyen los niveles de estrógenos e inhibina, hay un aumento en las concentraciones de FSH y se inicia una nueva oleada folicular (Hernández, 2012).

Los dos procesos implicados en el crecimiento y desarrollo folicular del folículo destinado a ovular son el reclutamiento que da como resultado el crecimiento de una cohorte de folículos de los cuales surgirá el folículo dominante y el de selección y dominancia donde solo un folículo se convertirá en el dominante y los demás sufrirán regresión o atresia (Gordon, 2004).

Solo uno o dos folículos grandes (folículos dominantes) presentes poco antes del inicio del estro, logran un aumento repentino de crecimiento final y se convierten en folículos de Graaf maduros, capaces de ovular (Hafez, 2002). El folículo se colapsa después de la ovulación, debido a la elevación preovulatoria de LH y gracias a la acción de la PGF2alfa. La cavidad que se forma se llena de sangre y después se cubre gradualmente de células de cuerpo lúteo. Este cuerpo alcanza la madurez unos siete días después de la ovulación y funciona durante ocho o nueve días más, para después experimentar la regresión finalmente. Proceso que es ocasionado por la secreción uterina de la PGF2alfa (Hafez, 2002).

El folículo dominante, el cuerpo lúteo y la duración del estro en cebúes son menores que en razas europeas. La dinámica folicular se caracteriza por un menor diámetro máximo y una menor persistencia de los folículos dominantes (Gordon, 2004).

La luteinización comprende todos los cambios morfológicos, endócrinos y enzimáticos que ocurren en el folículo ovulatorio hasta que este se transforma en cuerpo lúteo. Proceso que comienza desde la elevación preovulatoria de LH desencadenando la liberación de enzimas proteolíticas y de mediadores de la inflamación en la pared folicular degradando tejido conectivo y ocasionando muerte celular (Hernández, 2012).

El cuerpo lúteo se desarrolla por hipertrofia y luteinización de las células de la granulosa del folículo. A la palpación se puede percibir de forma variable en su mayoría ovales, pero pueden presentarse irregulares con formas cuadradas o rectangulares, tiende a proyectarse fuera de la superficie del ovario, en caso de ganado cebú tienden a ser más profundos dentro del ovario (Arthur y Noakes, 1991).

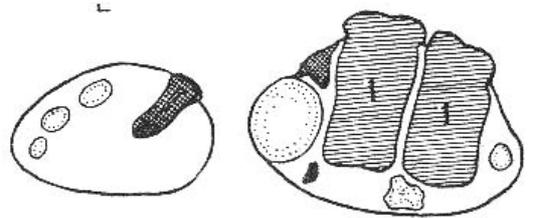


Figura 4. Estructuras ováricas presentes en los ovarios (folículos y cuerpos lúteos) (Arthur y Noakes, 1991).

La progesterona es el principal producto de secreción del cuerpo lúteo, la cual actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra, prepara al útero para el establecimiento de la gestación, estimula la secreción de sustancias que promueven el desarrollo del embrión, suprime la respuesta inmune del útero, evita contracciones del útero, cierra el cérvix y modifica las características del moco cervical haciéndolo más viscoso para evitar el paso de agentes extraños al interior del útero y en la glándula mamaria estimula el desarrollo del sistema alveolar, preparándola para la síntesis y secreción de leche (Hernández, 2012).

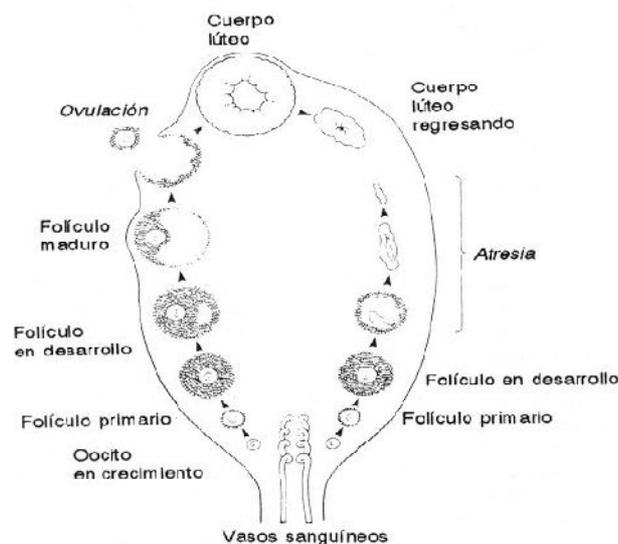


Figura 5. Representación esquemática de los estadios de desarrollo folicular ovárico, ovulación y función luteínica (Peters y Ball, 1991).

El ciclo estral consta de 2 etapas, dependiendo de las estructuras ováricas predominantes (Galina, 2010):

- ◆ Fase folicular o estrogénica: inicia con la regresión del cuerpo lúteo y finaliza con la ovulación, ocurre la maduración folicular, por lo que el esteroide gonadal dominante es el estradiol.
- ◆ Fase lútea o progestagénica: se forma el cuerpo lúteo y tiene su mayor funcionalidad, por lo tanto la hormona dominante es la progesterona.

A su vez, estas etapas pueden ser subdivididas de acuerdo con las características endócrinas y conductuales que manifiestan los animales (Peters y Ball, 1991):

Proestro

Comienza con la regresión del cuerpo lúteo (CL) del ciclo anterior, las concentraciones de progesterona disminuyen, aumenta la producción de estradiol e inhibina secretados por el o los folículos que comenzaron su desarrollo durante el diestro. Su duración está determinada por el grado de desarrollo en el que se encuentre el folículo que va de 2 a 3 días. El final de esta etapa coincide con el inicio de la receptividad sexual (Galina, 2010).

Estro

La hembra acepta la cópula o la monta de otra vaca, es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. Su duración es de 8 a 18 horas (Helman, 1977).

Durante esta etapa la hembra se muestra intranquila y mucho más activa, disminuye el apetito así como el tiempo dedicado al descanso y la rumia, las vacas en celo tienden a agruparse. Existe una descarga genital de moco transparente y claro cuya densidad permite que cuelgue desde la vulva al suelo, también se adhiere a la cola y los flancos, el útero se encuentra congestionado y edematoso, por lo que a la palpación presenta turgencia (Arthur y Noakes, 1991). En el ganado *Bos indicus* es variable la conducta y la duración del estro es menor que en *Bos taurus* (Hernández *et al.*, 1999).

Metaestro

Tiene una duración de 4 a 5 días. En esta etapa ocurre la ovulación (10-11 horas después de haber terminado el estro) (Dukes, 1970) y se desarrolla el cuerpo lúteo pasando por el estadio intermedio de cuerpo hemorrágico, la concentración de progesterona comienza a elevarse, ocurre la presentación del pico post ovulatorio de FSH, lo cual desencadena una oleada folicular. Algunas vacas muestran una descarga sanguinolenta conocida como sangrado metaestral (Hernández *et al.*, 1999).

Diestro

Etapa de mayor duración del ciclo estral cuya duración promedio es de 12 días aproximadamente. El cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, los niveles de progesterona se encuentran muy elevados, arriba de 1ng/ml, se presentan ondas foliculares por lo que se observan folículos de diferente tamaño (Hernández, 2012).

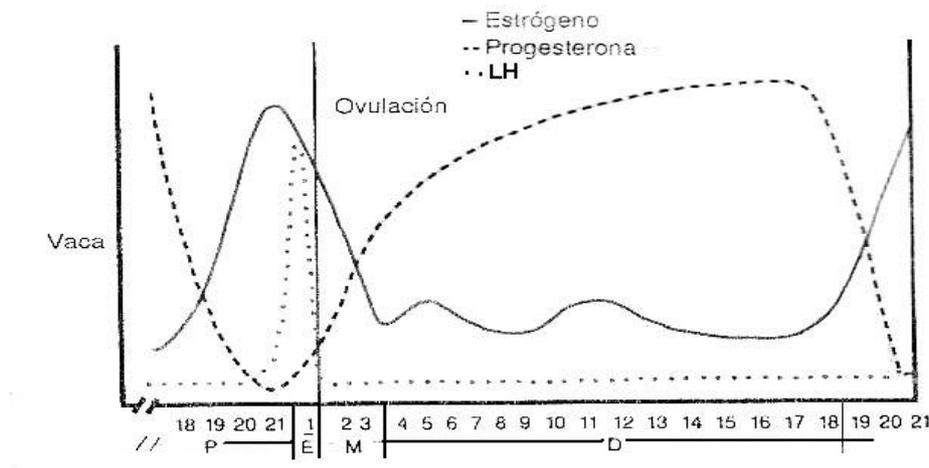


Figura 6. Ciclo estral de la vaca (Banks, 1996).

Las diferencias fisiológicas y de comportamiento entre animales *Bos indicus* y *Bos taurus* es variable. Los genotipos *Bos indicus* poseen una capacidad reducida en la secreción de LH y son particularmente sensibles a la acción de gonadotropinas exógenas. También se ha reportado que el pico de LH y la ovulación ocurren en forma más temprana en relación con el estro en este tipo de ganado comparado con animales *Bos taurus* (Forero, 2005).

Gestación

Uno de los componentes más importantes del control de la fertilidad en los animales domésticos es la gestación, integrante esencial de la cadena de fenómenos biológicos como son el parto, la fertilización y el reinicio de la actividad ovárica postparto (Hafez, 2002).

La gestación se define como el periodo comprendido entre la fertilización de un óvulo por un espermatozoide y el momento del parto (Galina, 2010). El tiempo de gestación varía de 276 y 295 días en razas Pardo Suizo y Brahman (Helman, 1977). En la vaca la variación del tiempo de la gestación puede incluir factores relativos a la propia hembra (edad), al feto (numero de fetos y sexo) y al orden genético (raza y genotipo del feto), así como factores ambientales (nutrición, temperatura, y estación del año) (Hafez, 2002).

En la vaca, la ovulación ocurre más o menos 10 horas después del final del celo (Dukes, 1970), la fertilización en las próximas 6 u 8 horas, es seguida de la primera división. Una vez que el embrión tiene dos células, comienzan las divisiones mitóticas formando los blastómeros. El embrión llega al útero en el 4to día. A los 5 días el embrión es denominado mórula y da inicio el proceso de cavitación para que se forme el blastocisto, este sale de la zona pelúcida por el día 9, iniciando un proceso de enlongamiento y se sigue expandiendo en el cuerno uterino; el embrión se adhiere firmemente al útero al día 35 (Galina, 2010).

El reconocimiento de la gestación depende de la adhesión del embrión y que este sea reconocido desde el punto de vista endocrino por el cuerpo de su madre, lo que evitará el retorno al estro de la madre y la pérdida de la gestación. El feto se nutre básicamente de dos fuentes: histotrofo o leche uterina la cual se compone de secreciones de las glándulas endometriales, elementos de descamación o desechos del endometrio y sangre materna extravasada. Este es importante para el embrión durante el periodo de preadhesión o preimplantación, ya que el vitelo no contribuye en forma importante en la nutrición del producto (Galina, 2010).

Las hormonas que participan en el proceso son: estrógenos que proveerán las condiciones adecuadas para el transporte de espermatozoides al sitio de fertilización y posteriormente la progesterona servirá para establecer el medio ambiente uterino adecuado para el bienestar del feto hasta el momento del parto, además será la encargada de producir el cierre del cérvix y que las glándulas endometriales entren en

fase secretora. Una vez que el embrión es reconocido por la madre, el cuerpo lúteo no sufre regresión, se estabiliza como un cuerpo lúteo de la gestación (Galina, 2010).

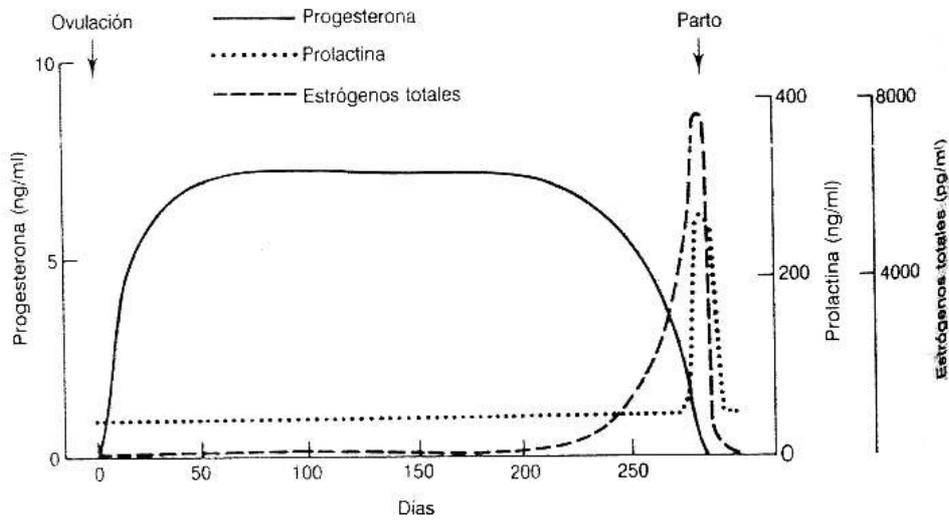


Figura 7. Concentraciones hormonales en la circulación periférica de la vaca durante la gestación y el parto (Arthur y Noakes, 1991).

Una vez que se efectúa la adhesión embrionaria se establece la comunicación entre la madre y el feto mediante las membranas fetales quedando constituida la unidad feto-placenta-madre. El feto se nutre directamente de materiales absorbidos de la circulación materna, los cuales se denominan hemotrofo (Galina, 2010).

La placenta es el órgano temporal a través del cual se relaciona fisiológicamente la madre y el feto. Es sumamente activa interviniendo en funciones vitales como; la respiración, excreción, absorción de nutrientes y metabolismo en general. De acuerdo a su morfología e histología, la vaca presenta placenta cotiledonaria y dependiendo el número de capas histológicas que la conforman, se considera epiteliocorial, lo cual nos indica que el útero está en contacto con los cotiledones que son estructuras formadas por acumulación de vellosidades coriónicas muy vascularizadas. Al unirse un cotiledón con una carúncula se forma el placentoma, esta estructura puede ayudar al diagnóstico de gestación (Banks, 1996).

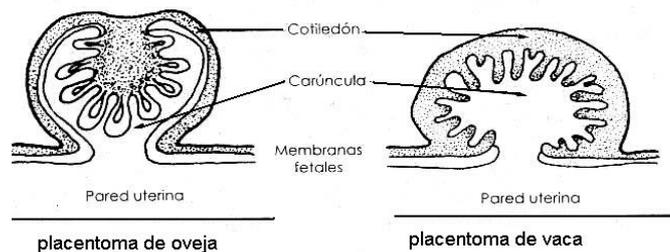


Figura 8. Morfología del placentoma de la oveja y la vaca (Galina, 2010).

Las membranas fetales son 3:

- ◆ **Corion:** se desarrolla a partir del trofoblasto, después se une con el alantoides formando el corioalantoides, que es la estructura que se pone en contacto con el endometrio para formar la placenta fetal.
- ◆ **Alantoides:** se constituye del endodermo cubierto por una capa vascular de mesodermo. La capa externa es vascularizada y en ellas se forman las arterias y venas umbilicales. El uraco es el conducto formado por el estrechamiento del alantoides en su punto de unión con el feto.
- ◆ **Amnios:** constituido por tejido ectodérmico, originando una vesícula a partir de un pliegue del corion y un saco que rodea completamente al feto. El saco amniótico está lleno de fluido, lo que es un mecanismo protector para el embrión ya que funciona como amortiguador hidráulico y además tiene una función bactericida.

Los 2 factores más importantes que determinan el crecimiento fetal son la nutrición y el tamaño de la madre. La nutrición fetal es muy importante durante el último tercio de la gestación, ya que es cuando el feto se desarrolla en forma acelerada. El crecimiento fetal es importante para la producción animal, por su influencia en el peso al nacer; bajos pesos están asociados con alta mortalidad perinatal, bajas tasas de crecimiento y bajo peso adulto. Fetos con altos pesos al nacer resultan en su mayoría en distocias y mayores intervalos entre parto (Galina, 2010).

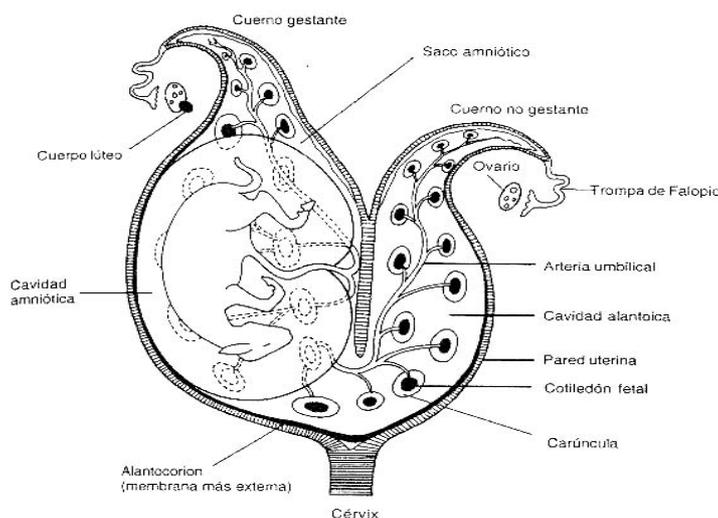


Figura 9. Desarrollo del concepto en la vaca gestante (Gordon, 1996).

Transcurrido el tiempo correspondiente a la gestación, se desencadenan una serie de eventos fisiológicos para que inicie el parto el cual está mediado por hormonas como la relaxina, prostaglandinas y oxitocina principalmente, con el fin de expulsar el feto y las membranas fetales (placenta); para que después comience la involución uterina que dura de 4 a 5 semanas a lo cual se le conoce también como puerperio. (Galina, 2010).

En la vaca, después del parto se presenta un periodo normal de anestro fisiológico el cual es más prolongado en *Bos indicus* y encastes debido al amamantamiento, se considera como un periodo de inactividad reproductiva. Aun cuando sigue habiendo actividad hormonal y desarrollo folicular, el estímulo es deficiente para que ocurra la maduración folicular y la ovulación. A lo largo de esta fase no habrá cambios conductuales ni morfológicos en las hembras (Galina, 2010). Dicho anestro es considerado uno de los mayores problemas reproductivos debido a su alta incidencia y pérdidas económicas que se derivan de él (Galindo, 2004).

Su duración está marcada por la primera ovulación postparto (Hafez, 2002). Bajo condiciones tropicales, el anestro posparto constituye la causa principal de la baja fertilidad en el ganado de carne, ya que en un alto porcentaje de vacas el periodo de inactividad ovárica se prolonga más allá de los 4 meses posparto, lo que da como resultado intervalos entre partos mayores a los 14 meses. Entre los factores que afectan la duración del anestro posparto se citan: el número de parto, la época de parto, el genotipo, el sistema de amamantamiento (disminuye la secreción de gonadotropinas), la nutrición, la condición corporal al parto y la presencia del macho (Aban *et al.*, 2008).

El anestro lactacional es provocado fundamentalmente por el amamantamiento de la(s) cría(s) y no por el proceso fisiológico de la lactación. En la vacase presenta desarrollo folicular similar al que se observa durante un ciclo estral normal desde la primera semana postparto y obedece a la secreción de FSH, pero ningún folículo llega a desarrollarse lo suficiente para ovular, ya que carece del estímulo apropiado de LH. En la segunda semana postparto el factor limitante para el inicio de la actividad ovárica es la incapacidad de la hipófisis para secretar LH, en este momento el efecto del amamantamiento no influye en el tiempo de inicio de la ciclicidad. Pero cuando la hipófisis sintetiza e incrementa sus reservas de LH hasta recuperar la capacidad de respuesta, el amamantamiento inhibe la secreción de GnRH lo que a su vez produce secreción hipotalámica de opioides (endorfinas y encefalinas), sustancias que inhiben la secreción de GnRH (Galina, 2010).

El estímulo que ocasiona el becerro cuando es amamantado no se limita al estímulo físico. Se ha demostrado que la interacción de estímulos auditivos, visuales, olfatorios, físicos y conductuales son responsables del anestro. El efecto del amamantamiento es menor conforme transcurre el tiempo después del parto debido a que el hipotálamo recupera gradualmente la capacidad de liberación de GnRH. La pérdida del vínculo entre la madre y la cría (destete) ocasiona un incremento en la liberación pulsátil de LH que conduce a la ovulación (Galina, 2010)

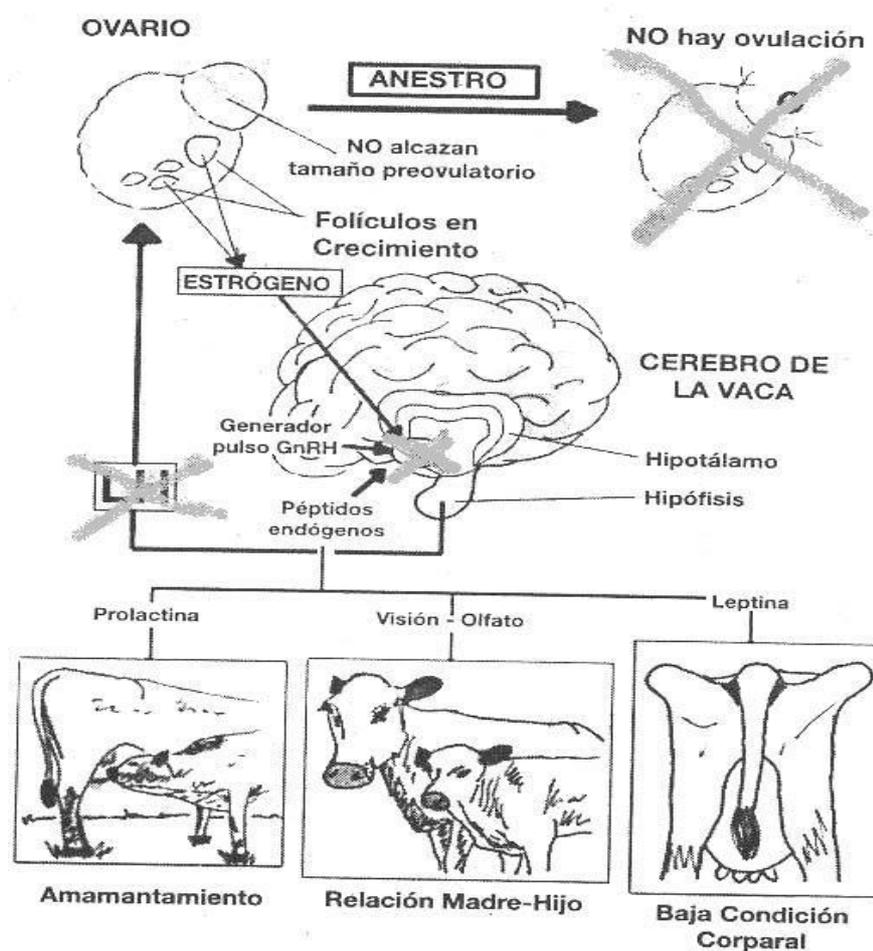


Figura 10. Modelo de recuperación ovárica postparto en vacas productoras de carne (Galina, 2010).

Diagnóstico del estado reproductivo

En la vaca, el diagnóstico del estado reproductivo tiene una gran importancia económica para las fincas, ya que facilita la toma de decisiones relacionadas con las

medidas de manejo en los animales para optimizar la fertilidad y la rentabilidad de los sistemas de producción (Galina, 2010).

Las principales técnicas que actualmente se mencionan como herramientas de diagnóstico del tracto reproductivo en el ganado *Bos taurus* y *Bos indicus* son la palpación rectal (PR) y la ultrasonografía (Romano *et al.*, 2007); cada una con ventajas y desventajas. La primera es la más utilizada por la mayoría de técnicos para la revisión del aparato reproductivo de las hembras bovinas en cualquier etapa de su ciclo reproductivo. Por otra parte el uso de la ultrasonografía en tiempo real ha sido de gran utilidad para conocer con mayor profundidad aspectos de su biología reproductiva, especialmente para monitorear los cambios fisiológicos ováricos y uterinos, como para determinar gestaciones tempranas y dar seguimiento del desarrollo embrionario; no obstante, por el costo de los equipos, es aún considerada una tecnología no prioritaria dentro de la práctica buiátrica, a pesar de que la información obtenida con su uso supera a la lograda mediante la PR (Alonso, 2012).

Palpación rectal

La palpación rectal ha sido utilizada para el diagnóstico de estructuras ováricas, gestación y patologías de las vacas, búfalos y yeguas durante muchos años y se ha considerado como uno de los métodos más simples y valiosos. Tiene la ventaja, sobre otros métodos de diagnóstico, de ser inmediato el resultado. Si el animal no está gestante puede quedar evidente alguna indicación de la causa y tomar las medidas oportunas (Gordon, 1996).

En caso de gestación esta técnica se practica a partir del día 40 posterior a la monta o inseminación artificial. Asimismo tiene la limitante de que se debe hacer un diagnóstico confirmatorio a los 60 días de finalizado el programa de monta o inseminación artificial, generando información poco oportuna para identificar hembras vacías (Alonso, 2007).

El examen rectal o palpación, representa un método práctico, para el diagnóstico que permite el examen directo de órganos genitales de vacas y terneras en edad reproductiva. Con frecuencia el clínico afronta preguntas y problemas como: ¿Está gestante la vaca?, ¿Es normal la gestación?, ¿Cuánto tiempo lleva de gestación?, ¿En qué etapa del ciclo estral se encuentra? entre otras. Es importante resolver dichos cuestionamientos, ya que así se podrá realizar una adecuada exploración del tracto reproductivo y si lo requiere aplicar un tratamiento oportuno (Zemjanis, 1992).

Equipo

El artículo esencial es una manga de goma o plástico, no solo por razones sanitarias, sino también como protección, guantes para palpación rectal. Es recomendable llevar la vestimenta adecuada cuando se vaya a hacer la exploración rectal (overol y botas). La anotación de datos también es importante; por lo que se aconseja palpar con la mano que no se utilice para escribir. El uso de lubricantes (como agua con jabón neutro, agua sola, aceite mineral, gel o vaselina) es indispensable para evitar que se lastime la mucosa rectal. La lubricación se realiza a lo largo de todo el guante lo que facilita la dilatación del esfínter anal y la entrada al recto (Zemjanis, 1992).

Los pasos recomendables para realizar la técnica de palpación rectal son:

- ◆ Inmovilización del animal: se recomienda que el animal sea sujetado adecuadamente.
- ◆ Tener uñas cortas y las manos libres de algún accesorio (anillos, pulseras, relojes) que pueda traumatizar el recto de la vaca al realizar la exploración.
- ◆ Lubricar el guante de palpación rectal (con agua limpia, aceite mineral, vaselina o gel.).
- ◆ Introducir los dedos de la mano en forma de “cono” a través del esfínter anal.
- ◆ Remover las heces del recto, que se localizan en el lumen intestinal hasta encontrar el cierre de éste el cual es originado por el primer movimiento peristáltico para permitir la exploración. Si la mano se retira del recto durante la extracción de materia fecal, la presión negativa que existe en la cavidad abdominal provoca aspiración de aire al interior del recto con la consecuente distensión intestinal, lo que provoca que la mucosa rectal se vuelva rígida e inflexible, por lo tanto al tratar de seguir con el examen rectal esta se puede llegar a lesionar. También es recomendable no manipular la mucosa rectal durante las ondas peristálticas.
- ◆ Identificar estructuras como la excavación pélvica, el reborde púbico o pélvico, la espina iliaca y en la línea media del piso pélvico se localiza el cérvix como una estructura firme, cilíndrica y un tanto nodular.
- ◆ Identificar el cuerpo del útero y llegar a la bifurcación cornual.

- ♦ Retracción del útero por el método indirecto o el método directo según sea la preferencia del técnico (ambas técnicas descritas en Zemjanis ,1992.)
- ♦ Exploración de ovarios.

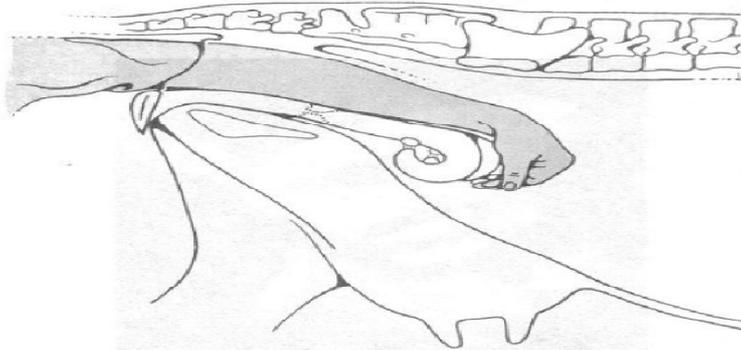


Figura 11. Retracción uterina

Este examen nos permite identificar en la hembra bovina:

1. Funcionalidad ovárica (presencia de folículos y cuerpos lúteos)
2. Momento del ciclo estral
3. Gestación: Disparidad del tamaño de los cuernos (30-35 días de gestación), Fluctuación de líquidos (30-35 días de gestación), Membrana fetal deslizable (Membrana Corioalantoidea) 35-40 días de gestación, Vesícula amniótica (35-45 días de gestación), Feto (65 días) y placentomas (70-80 días de gestación).
4. Patologías: endometritis, metritis, piómetras, quistes ováricos, aplasia segmentaria (entre otros).

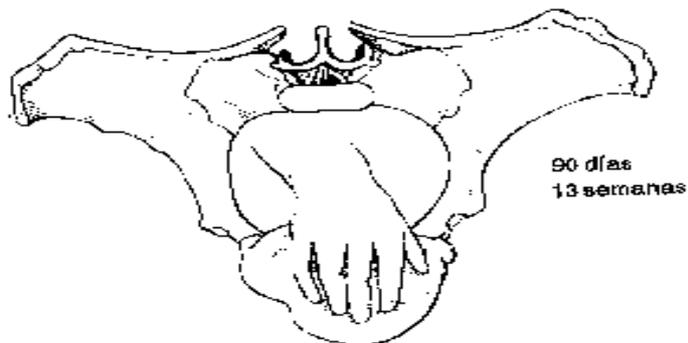


Figura 12. Detección de la gestación por la palpación rectal (Arthur y Noakes 1991).

Con la palpación es más fácil predecir el momento del parto con exactitud al examinar un animal recientemente preñado, que al hacer la palpación en etapas intermedias o finales de la gestación. El valor de la palpación rectal alcanza su máxima expresión económica entre los 40 y 90 días de gestación, pero mantiene su valor diagnóstico hasta el momento del parto (Bavera y Peñafort, 2000).

Se considera normal hasta un 2 % de error en los diagnósticos realizados por medio de palpación rectal, los mismos que ocurren generalmente por fallas humanas durante el trabajo y no por problemas técnicos. Es así como muchos de esos errores se producen por equivocaciones al anotar el tatuaje, contar vacas vacías cuando se está diagnosticando una hembra preñada, etc. (Bavera y Peñafort, 2000).

Es posible practicar la palpación rectal a partir de los 35 días posteriores a la inseminación o monta, lo que se debe hacer con especial cuidado. Se ha especulado acerca de si la palpación rectal contribuye de alguna manera a la mortalidad embrionaria. En un estudio realizado por Alexander *et al.*, (1995) encontraron que el índice de muerte embrionaria, durante los segundos 30 días de la gestación después de la inseminación, era del 5% los cuales no llegaban a término.

Si bien De la Sota *et al.*, (2000) menciona que la muerte embrionaria es relativamente alta durante los estadios tempranos de preñez, puede aumentarse en forma iatrogénica durante el diagnóstico temprano de preñez. Una de las causas de muerte embrionaria que consideran algunos autores también es debido a la palpación rectal. Paisley *et al.*, (1978) han reportado que la mortalidad embrionaria luego de realizar el diagnóstico de preñez por palpación rectal antes del día 35 post IA es de 5.8%, entre los días 35 y 45 es de 6% y luego del día 45 es menor al 1%.

Por otra parte Zemjanis (1992) y Galina (2010) mencionan que la palpación rectal para diagnóstico de gestación es un método seguro y fidedigno cuando se lleva a cabo con todo tipo de precauciones por operadores entrenados con experiencia realizada en los días 40-45 de la gestación, no es peligrosa para la salud del feto ni de la hembra. Cabe mencionar que se hace la recomendación de no presionar la vesícula amniótica, al menos que sea requerido, ya que esto podría ocasionar algún problema en el desarrollo del feto.

Ventajas y desventajas

Ventajas

- ◆ Práctico
- ◆ Sensible (requiere el mínimo contacto con los animales).
- ◆ Específico (identifica en forma exacta vacas preñadas y no preñadas, así como la edad del feto).
- ◆ Rápido.
- ◆ De bajo costo

Desventajas

- ◆ Largo intervalo de tiempo desde la inseminación hasta que se puede hacer un diagnóstico seguro (40 días) (Alonso, 2007).
- ◆ No se puede determinar sexo fetal
- ◆ No se puede diferenciar un quiste folicular de un quiste lúteo con precisión.

Ultrasonido

En el campo de la Medicina veterinaria, el uso de la ecografía viene respaldado, por su empleo en Medicina humana. Una de las principales aplicaciones de esta técnica es en el área de la reproducción (Quíntatela, 2006). Los primeros estudios aparecieron en 1972 cuando Indhal realizó el diagnóstico de gestación vía transabdominal en porcino y en ovejas. Fue más tarde, en los años 80, con la introducción de la ecografía transrectal en la reproducción equina, cuando se desarrollaron los primeros estudios sobre la anatomía y fisiología reproductiva. Tainturier *et al.* (1983) introdujeron la ecografía en el control reproductivo del ganado vacuno (Giraldo, 2003).

En la actualidad existen modernos recursos tecnológicos disponibles en el mercado para apoyar los programas de manejo y control reproductivo del ganado bovino. La ecografía reproductiva ha sido ampliamente utilizada en el estudio de los diferentes aspectos de la función reproductiva de la vaca (Taverne y Willemse, 1989), tanto en el campo de la investigación científica y en el área clínica, como en las explotaciones comerciales de animales mestizos de doble propósito (DP). Esto ha facilitado el desarrollo de un método de diagnóstico y de interpretación clínica y funcional del

estado reproductivo durante el ciclo estral, la gestación y el posparto. Además tiene la propiedad de permitir observar los órganos genitales en forma rápida, sin ocasionar daño alguno. Entre sus ventajas se encuentra la posibilidad de realizar una evaluación más exacta y objetiva del útero y ovarios que mediante la palpación rectal (Perea, 2005).

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia medidas en Megahertz (1 MHz = 1,000,000 de ondas de sonido por segundo) para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos (Quíntatela, 2006). Su funcionamiento se basa en la emisión y recepción de ondas sonoras de alta frecuencia (no audibles para el oído humano) desde un transductor de ultrasonido o sonda, que se introduce en el recto a través de cuyas paredes se examinan los órganos reproductivos de la vaca. Los impulsos de ultrasonido son emitidos y dirigidos hacia el órgano evaluado gracias a los movimientos y variación del ángulo del transductor dirigidos por el operador (Perea, 2005).

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 rarefacción. Se definen por 3 características:

- ◆ Frecuencia
- ◆ Longitud de onda
- ◆ Velocidad

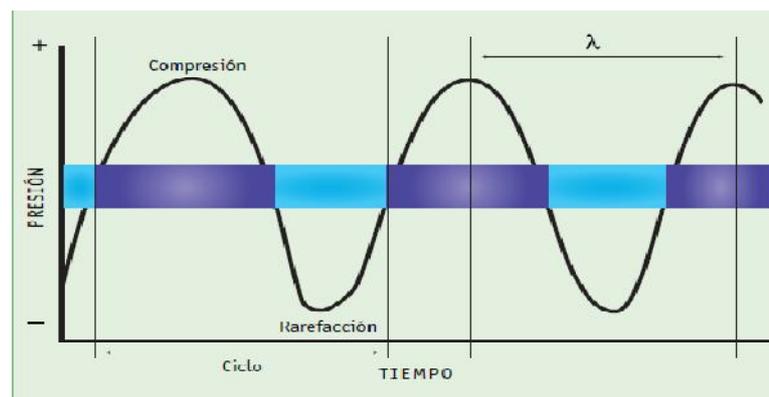


Figura 13. Onda sónica (Quíntatela, 2006).

Existen 3 tipos de formatos de imagen. El modo A (amplitud), modo B (brillo) y modo M (movimiento). 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, el modo M es la visualización continua de un corte fino de un órgano a lo largo del tiempo. Se utiliza principalmente en ecocardiografía (Quintatela, 2006) y el modo B es el más utilizado para realizar el diagnóstico en el tracto reproductivo de vacas, yeguas, ovejas y perras (Peters y Ball, 2004).

El uso de diagnóstico ecográfico en modo B y a tiempo real, esta incrementándose como modalidad de diagnóstico por imagen en la reproducción bovina, su uso es de gran utilidad ya que puede proporcionarnos datos más certeros acerca del estado reproductivo de la hembra bovina. (Goddard, 1995). El modo B se refiere a que la imagen es un corte bidimensional del órgano en estudio, conformado por pequeños puntos de diferente intensidad. Tiempo real se refiere a que los impulsos se van transmitiendo constantemente y de esta manera se tiene una visión instantánea de los tejidos examinados (Bo G y Caccica, 2000).

Los equipos de ultrasonografía están compuestos por una consola y un transductor. Con el transductor un operador puede visualizar en la consola órganos previamente accesibles solo con el tacto. Por tanto los equipos de ultrasonografía se han convertido en una importante herramienta en los programas de investigación. Además se han integrado a la clínica y programas comerciales en la reproducción de animales domésticos (Rosell *et al.*, 2008).

Para crear una imagen usando los ultrasonidos se emplea un instrumento denominado ecógrafo que consta de diferentes partes (Vargas, 2006):

Transductor o sonda

Integrado por una gran cantidad de pequeños cristales pizoeléctricos que vibran al ser estimulados por la corriente eléctrica proveniente de la consola, resultando en la emisión de ondas de sonido que viajan a través de los tejidos en diferentes ángulos, de acuerdo a la orientación dada al transductor emite ondas de sonido de baja intensidad y frecuencia elevada hacia los tejidos donde interaccionan con las interfases de los mismos (Rosell *et al.*, 2008). Las ondas que se reflejan de vuelta hacia el transductor son enviadas a través de la sonda al ecógrafo en donde son analizadas y convertidas en una imagen en una escala de grises (Perea, 2005).

Generalmente los transductores se dividen en dos formatos, lineal y sectorial. Los ecógrafos lineales contienen cristales pizoeléctricos que están alineados a lo largo de su superficie. Esta disposición permite que las ondas emitidas viajen de forma paralela y en línea recta produciendo una imagen rectangular, que es más fácil de interpretar sin distorsión de la imagen, suelen ser más robustos, no tienen partes móviles que puedan ser distorsionadas o desgastadas, y cuestan menos. La superficie del transductor tiene una huella más grande y por lo tanto requiere una ventana más amplia para aplicar a la superficie que será escaneada. Los ecógrafos sectoriales producen una imagen segmentaria en forma de arco, causa alguna distorsión en los bordes, son más vulnerables y tienen una vida de trabajo más corta (Goddard, 1995).

La elección de la frecuencia del transductor es importante para la obtención de mejores resultados ecográficos. A baja frecuencia gran penetración igual a pérdida de resolución. Por el contrario un transductor de alta frecuencia, mejorará mucho la resolución, pero faltará penetración. La regla general cuando se trabaja intrarrectalmente, es usar la frecuencia de 7.5 MHz para los ovarios y estudios de gestación temprana, 5MHz para gestaciones rutinarias de 40 días, y de 3.5 MHz para gestación tardía o postparto inmediato (Goddard, 1995).

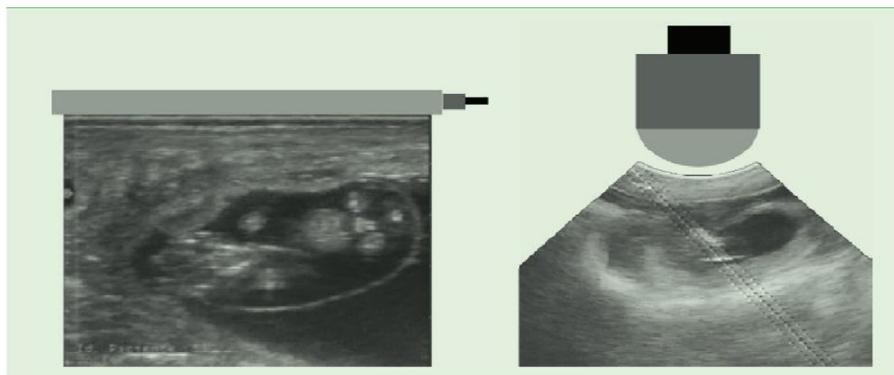


Figura 14. Tipos de transductores. A la izquierda uno lineal de uso transrectal y a la derecha uno sectorial (Quintatela, 2006).

Transmisor

Regula el envío de los ultrasonidos por parte del transductor, controlando la duración y frecuencia de los pulsos ultrasónicos (Quintatela, 2006).

Receptor y amplificador de señales

Componente a donde se dirigen los impulsos eléctricos generados en el transductor (Vargas, 2006).

Tubo de rayos catódicos u osciloscopio

Donde se procesan los ecos o impulsos que llegan desde el amplificador de señales (Quintatela, 2006).

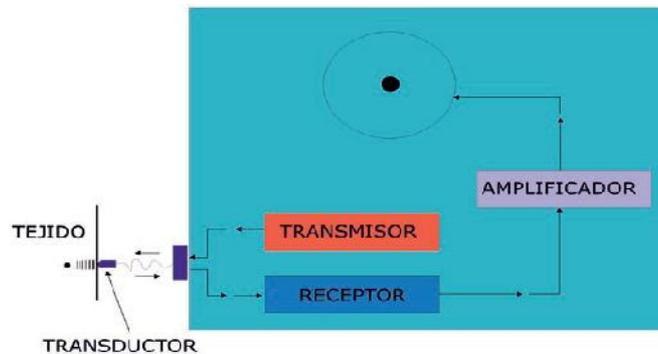


Figura 15. Componentes de un equipo de ultrasonografía (Quintatela, 2006).

La mayoría de los ecógrafos aportan facilidades para congelar la imagen, anotar textos, magnificar, y un sistema de medidas con cursores incorporados, para la posibilidad de calcular la edad o el tiempo de gestación con un programa informático (Goddard, 1995).

El procedimiento para efectuar un examen ecográfico en la vaca es similar al que se realiza durante la palpación rectal (Kahn, 2004);

- ◆ El animal deberá de ser sujetado adecuadamente.
- ◆ La unidad de ecografía colocada a distancia prudencial de la vaca, en el lugar opuesto al brazo del operador introducido en el recto.
- ◆ El recto del animal deberá de ser evacuado de heces antes de la introducción del transductor.
- ◆ Lubricar con un medio de acoplamiento (gel) la superficie del transductor, normalmente cubierto por una vaina de plástico lubricado, colocado en el hueco de la mano lubricada.

- ✦ Insertar transductor vía rectal, cuidando que la superficie del transductor sea firmemente presionada contra la mucosa rectal para favorecer la transmisión de ultrasonidos a través de las paredes rectales dentro de las vísceras abdominales.
- ✦ Se recomienda comenzar el examen del tracto reproductor por el ovario derecho, luego movernos al cuerno uterino derecho, ovario izquierdo, cuerno uterino izquierdo, cérvix, vagina y vulva.

Establecer una rutina en el examen del tracto nos permitirá recoger información de forma estandarizada (Goddard, 1995).

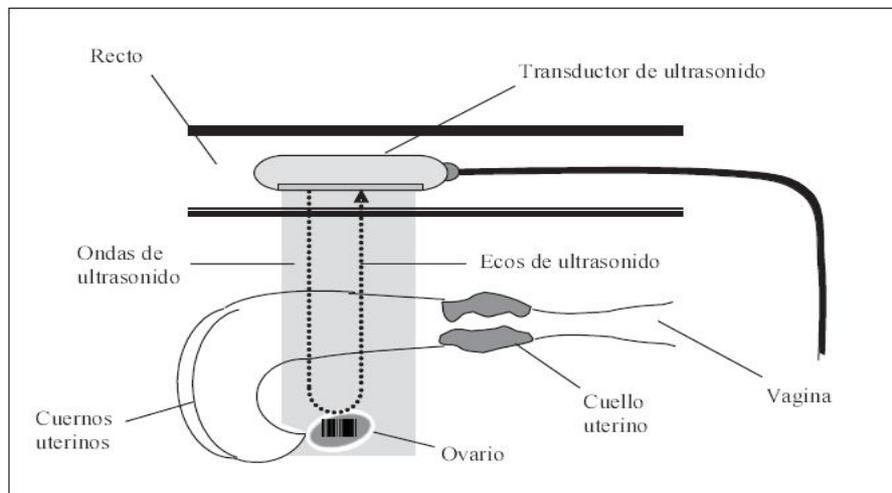


Figura 16. Emisión y recepción de ondas de ultrasonido desde un transductor hacia los órganos reproductivos de la vaca (Perea, 2005).

Interpretación

La interpretación de monogramas del tracto reproductor requiere entender la composición de las imágenes y darse cuenta de los posibles artefactos que pueden aparecer y conducir a falsos diagnósticos (Goddard, 1995).

La imagen obtenida en el monitor se observa en la pantalla de acuerdo a la densidad o dureza del tejido examinado, en una variedad de tonos que van desde el negro (color como se observan los líquidos) al blanco (los huesos y tejidos muy densos), incluyendo una amplísima gradación de tonos grises (cuerpo lúteo, estroma ovárico, etc.) (Perea, 2005).

- ◆ No ecogénicos o anecoicos: los líquidos no reflejan las ondas de sonido y se observan en la pantalla como imágenes oscuras o negras.
- ◆ Ecogénicos o ecoicos: las estructuras más densas, como los huesos o cervix porque reflejan una gran proporción de las ondas de sonido dirigidas a ellas, observándose en la pantalla de un color gris claro a blanco. (Echevarría, 2001).

Durante la realización de un estudio ecográfico se pueden producir artefactos. Los artefactos son imágenes que aparecen en el monitor que no se corresponden con los ecos generados por estructuras reales. Es fundamental conocerlos, ya que pueden suponer entre un 30 y un 90% de los ecos observados y son la causa más frecuente de errores de diagnóstico (Quintatela, 2006).

Algunos de los usos clínicos del ultrasonido en medicina veterinaria son:

- ◆ Determinar el estado funcional de los ovarios (ciclicidad, anestro, momento del ciclo estrual, etc.)
- ◆ Confirmar la respuesta ovulatoria a un tratamiento terapéutico
- ◆ Determinar el momento óptimo para aplicar un tratamiento luteolítico.
- ◆ Evaluar la respuesta a un tratamiento superovulatorio.
- ◆ Valorar potenciales hembras donadoras y receptoras de embriones.
- ◆ Identificar el momento de la pubertad en novillas.
- ◆ Diagnóstico precoz de la gestación a partir de los 26 días (precisión del 98%).
- ◆ Determinar la muerte embrionaria precoz
- ◆ Determinar el sexo fetal entre los 55 y 75 días de gestación (95% de exactitud).
- ◆ Evaluar la viabilidad embrionaria y fetal.
- ◆ Observación del latido cardíaco
- ◆ Diagnóstico de gestaciones gemelares.
- ◆ Monitorear la aspiración folicular de ovocitos para fertilización *in vitro*.
- ◆ Diagnóstico de patologías ováricas, uterinas y oviductos (quistes foliculares y luteales, tumores ováricos, hidrosalpinge, endometritis, piómetra, hidrómetra, quistes y tumores uterinos).
- ◆ Evaluación de la involución uterina.
- ◆ Valoración ginecológica de vacas con parto distócico y/o retención placentaria.

Esta técnica tiene, además, una clara ventaja sobre la palpación en cuanto a exactitud en situaciones como un diagnóstico diferencial de un quiste lúteo frente a quiste folicular, diagnóstico precoz de preñez, detección de la viabilidad del embrión y la determinación del sexo fetal (Quintatela, 2006).

Es un diagnóstico muy rápido y exacto de la función ovárica, detección de la presencia o ausencia de un cuerpo lúteo (CL), el diagnóstico de quistes luteales y/o foliculares y de vacas anovulatorias. Puede usarse junto con un programa de I.A. a tiempo fijo. Es una inversión significativa para una granja o la práctica veterinaria (Hidalgo y Terán, 2011).

Ventajas y desventajas de la ecografía reproductiva para los ganaderos y veterinarios

Ventajas

- ◆ Herramienta portátil fácilmente transportable al lugar de trabajo.
- ◆ Mejora notablemente la precisión del examen ginecológico rutinario
- ◆ Posibilita el diagnóstico de alteraciones reproductivas difíciles de detectar por medio de la palpación rectal.
- ◆ Permite determinar el sexo fetal y diagnosticar precozmente la gestación.
- ◆ Mejora la eficiencia y calidad del servicio veterinario.

Desventajas

- ◆ Es un equipo costoso
- ◆ El usuario requiere entrenamiento para operar el equipo e interpretar la imagen ecográfica.
- ◆ El equipo requiere cuidado especial (sonda transrectal).
- ◆ Las piezas no son fácilmente reemplazables en caso de descomponerse el aparato de ultrasonido.
- ◆ La inversión no es fácilmente recuperada por el veterinario en el ejercicio libre.

Como ya se ha mencionado, esta técnica de diagnóstico se puede utilizar en cualquier etapa de la vida reproductiva de la vaca y también es considerada como la técnica de elección para el diagnóstico precoz de la gestación a partir del día 25 post inseminación. Sin embargo es más práctico y tiene menos falsos negativos cuando se realiza el día 30 después de la IA o MN (Hernández, 2012).

La ultrasonografía nos permite el diagnóstico de estructuras patológicas como lo son los quistes, permitiéndonos la identificación de más del 90 % de los quistes luteales y cerca del 75% de los foliculares (Farin *et al.*, 1990).

Con el diagnóstico precoz de gestación se estará encontrando un número mayor de vacas gestantes, algunas de las cuales perderán irremediamente la gestación y regresaran a calor. Esta condición es frecuente; sin embargo el dueño debe de estar informado que con ésta técnica aumentará el diagnóstico de pérdidas embrionarias (Hernández, 2012).

Las pérdidas de gestaciones reportadas en un estudio realizado con ultrasonografía por Vasconcelos y colaboradores en 1997, fueron de 11 % del día 28 al día 42 post inseminación, 6 % del 42 al 56 y 2 % del 56 al 98. Esto sugiere que la probabilidad de pérdidas de gestaciones es más alta durante las etapas más tempranas y disminuye conforme la gestación avanza (Iñiguez, 2011).

Debemos considerar que este diagnóstico debe ser sencillo y rápido, para no generar mucha manipulación sobre los cuernos, que en algunos casos puede ser una causa más de la propia pérdida embrionaria precoz (estimada entre el 5 y 15%). Se dice que el examen ecográfico transrectal entre los días 26 y 33, tiene una sensibilidad del 97% y una especificidad del 87% (Bellenda, 2002).

Se debe tener en cuenta que la calidad de la imagen ecográfica es el resultado de la interacción de 4 factores: operador, máquina, ambiente y animal. No obstante, para lograr la máxima exactitud y confiabilidad en el estudio, es la experiencia en el manejo del equipo y la correcta interpretación de la imagen ecográfica el aspecto más importante (Perea, 2005).

Objetivo general:

Comparar las lecturas realizadas con un equipo de ultrasonido y la palpación rectal sobre las estructuras ováricas y uterinas en vacas encastadas (*Bos indicus-Bos taurus*).

Objetivos particulares:

- Determinar el porcentaje de hembras no gestantes y sus estructuras ováricas.

- Determinar el porcentaje de hembras gestantes y la etapa de gestación.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el rancho "Devenir" localizado en el municipio de Palenque, Chiapas. El cual se encuentra ubicado en las coordenadas Longitud: - 92.358, Latitud: 16.645. El clima es cálido húmedo, con una media de temperatura anual de 26 °C, la precipitación pluvial es de 2,762.9 mm al año., los vientos dominantes son de "norte", especialmente en el invierno (INEGI, 2010).

Este rancho se dedica a la producción de animales de doble propósito en el cual se lleva a cabo la monta natural y también se llega a practicar la inseminación artificial, estos animales se encuentran en pastoreo libre.

Se utilizaron 70 vacas encastadas (*Bos taurus*- *Bos indicus*), entre novillas de 24 meses en adelante y vacas adultas sin importar su estado reproductivo. Dichas hembras fueron diagnosticadas primero mediante la técnica de palpación rectal, se efectuaron las anotaciones correspondientes y los hallazgos encontrados en el aparato reproductivo de las mismas, posteriormente se introdujo el transductor tipo lineal de 7.5 MHz del equipo de ultrasonido (US) (B-ultrasound diagnostic system CM600B-2) vía transrectal para verificar los diagnósticos de gestación. De las 47 vacas que resultaron vacías se seleccionaron 23 vacas (principalmente que presentaran actividad ovárica), las cuales se les tomo lectura de las estructuras ováricas mediante las dos técnicas. Una vez obtenidos los datos, se calcularon: Porcentaje de hembras gestantes, periodo de gestación de las mismas, Porcentaje de hembras no gestantes, actividad ovárica en hembras vacías. Y se analizó la relación existente de los resultados obtenidos por ambas técnicas por medio de un análisis estadístico para las estructuras ováricas obtenidas. Ambas técnicas se asociaron por medio de pruebas de Rangos de Spearman (Daniel, 2002). Para lo cual se empleó el programa "NWA STATPAK" (López y Chávez, 1994).

Resultados

Los resultados obtenidos en este trabajo se muestran a continuación:

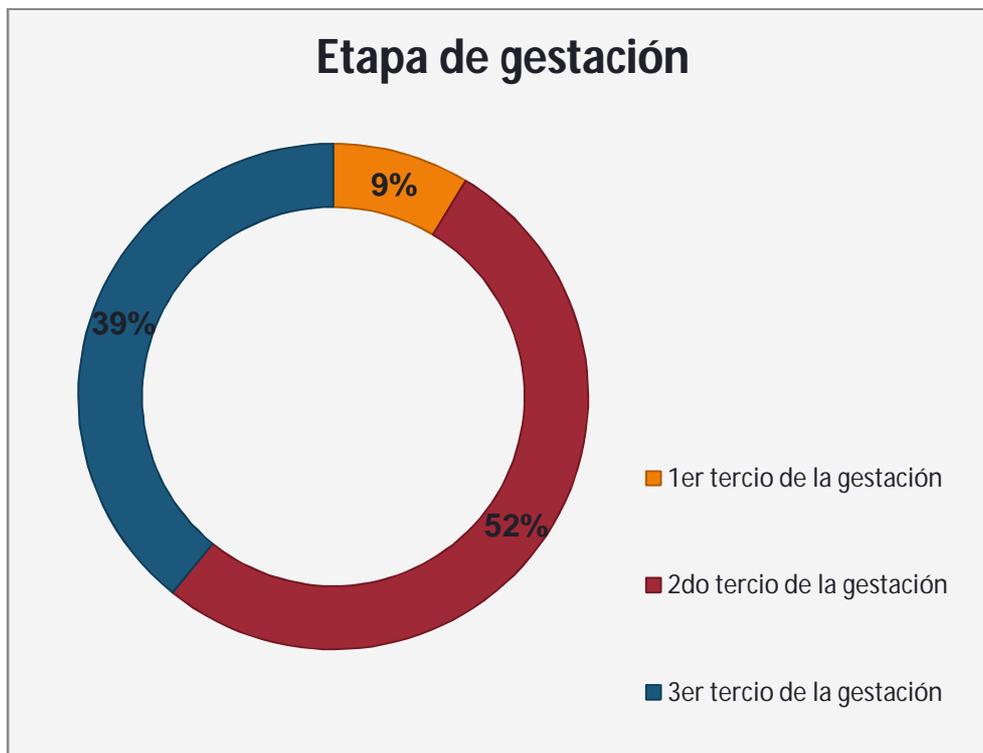
El primer gráfico muestra las proporciones obtenidas en las 70 vacas para obtener el porcentaje de gestación (tasa preñez) que fue de 33% mientras que el porcentaje de vacas no gestantes (vacías) fue de 67%.

Grafica 1. Tasa de preñez obtenida del hato evaluado



En el segundo gráfico se muestra el periodo de gestación en las vacas que resultaron positivas. Estas edades fueron dispuestas en cuanto a la duración por etapas o tercios de la gestación. Obteniendo el 9% para el primer tercio de gestación, 52% para el segundo tercio de gestación y el 39 % para el último tercio.

Grafica 2. Etapa de la gestación



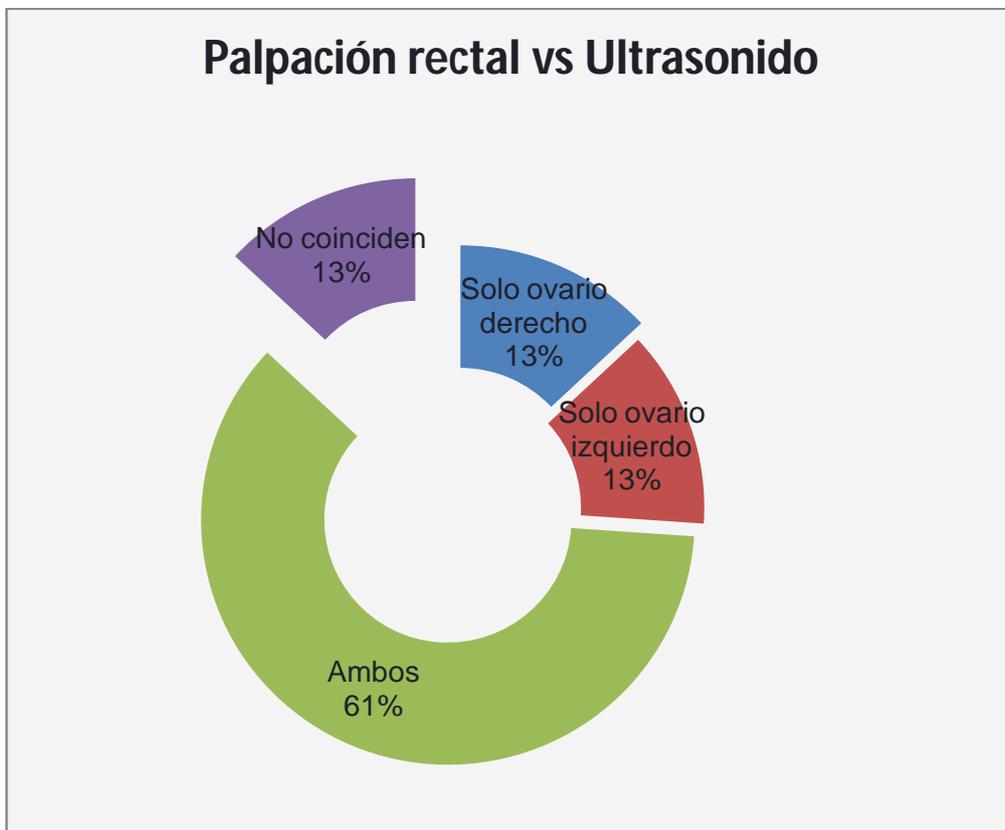
El cuadro siguiente muestra una comparación en proporciones realizadas en 23 vacas por ambas técnicas en los ovarios. Se puede observar claramente una diferencia pequeña entre porcentajes lo que nos indica que las estructuras en su totalidad fueron reconocidas mediante palpación rectal, mientras que solo el 8.69% de las estructuras no pudieron ser identificadas mediante el ultrasonido.

Cuadro 1. Porcentajes de la actividad ovárica obtenida por ambas técnicas donde la palpación obtiene el 100 % de estructuras localizadas y el ultrasonido el 91%

Estructura	Palpación rectal	ultrasonido
Ovario derecho	30.43%	39.13 %
Ovarios izquierdo	17.39%	8.69 %
Ambos	52.17%	43.47%
No se reconocieron estructuras en ninguno de los ovarios	0%	8.69 %
	100 %	91.3 %

Esta gráfica nos muestra el porcentaje obtenido de las 23 vacas a las cuales se les aplicaron ambas técnicas para observar el porcentaje de coincidencia a los hallazgos encontrados en los ovarios. Las dos técnicas coinciden en un 87 % con las lecturas obtenidas en los 2 ovarios, comparándolas con el 13 % donde las técnicas no coincidieron.

Grafica 4. Porcentaje de coincidencia en estructuras localizadas en los ovarios de 23 vacas a las que se les aplicó ambas técnicas.



En este cuadro se pueden observar los resultados que se obtuvieron mediante la prueba de coeficiente de correlación por jerarquías de Spearman. Usando la información existente entre la técnica de palpación rectal y la técnica de ultrasonido en ovarios derecho e izquierdo. Las correlaciones obtenidas fueron evaluadas por pruebas de hipótesis “t” para denotar su significancia ($p > 0.05$).

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Spearman aplicado a medidas obtenidas por ambas técnicas en ovario derecho e izquierdo para las 23 vacas

Estructura	Coeficiente de correlación de Spearman	Estadístico “t”	Nivel de significancia de un lado	Nivel de significancia bilateral
Ovario derecho	0,6413044	3,40055	0,0003	0,0007
Ovario izquierdo	0,8068182	4,99915	0	0

Discusión

En cuanto a los resultados que se obtuvieron para la tasa de preñez los cuales nos indican que el porcentaje de vacas gestantes es menor (33 %) en comparación con las vacas vacías (67%), Aban *et al.*, (2008) en un estudio realizado para calcular el porcentaje de gestación a los 120 días post parto en el estado de Yucatán obtuvieron en vacas con genotipo F₁ 58%, en vacas europeas >3/4 europeo el 42% y en cebú el 35% de las hembras gestantes. Por otra parte Erales *et al.*, (2006) y Alonso (2007) reportan resultados con un porcentaje de gestación del 66% y 83 % respectivamente. Este último se cree fue debido a un proceso de selección de los animales a través de los años provocando un mejoramiento en las características reproductivas. Y en la utilización de sincronización, inseminación artificial y monta natural. Aunque los datos obtenidos en este trabajo son menores a los referidos por los autores mencionados anteriormente algunas de las posibles causas podrían ser la edad de algunas de las hembras (24 meses), el amamantamiento (8 a 12 meses), recientes pariciones, recuperación de la condición corporal, etc.

En cuanto a la etapa de gestación en la cual se encontraban las vacas de este rebaño la mayoría (52%) estaba en el segundo tercio de la gestación, Erales *et al.*, (2006) reporta en su trabajo que el 30 % de las hembras gestantes se encontraron en el primer trimestre, 60 % en el segundo y 10% en el último trimestre. Noakes (2009) reporta que la mayoría de los partos ocurren en primavera y verano lo cual coincide con los resultados obtenidos tomando en consideración que este trabajo se hizo a mediados de invierno, por lo que haciendo estimaciones del parto la mayoría de los nacimientos se darán en estas épocas del año.

La funcionalidad promedio de los ovarios estimada en 23 hembras por ambas técnicas que indican para el ovario derecho un 35%, para el ovario izquierdo 13%; 48% de las vacas presentaron estructuras en ambos ovarios; y 4% tuvieron ambos ovarios estáticos. El 96% de los ovarios presentaron estructuras funcionales frente al 4% que fueron calificados como estáticos. Por otra parte Erales *et al.* (2006) menciona que en un trabajo donde se evaluó la actividad ovárica de 39 vacas (5/8 *Bos taurus*-3/8 *Bos indicus*) por medio de palpación rectal y medición de niveles de progesterona. La actividad ovárica representó para el ovario derecho un 46 %, para el ovario izquierdo 31 %; vacas que presentaron estructuras similares en ambos ovarios 10 %; El 66,66% de los ovarios presentaron actividad frente al 33,33% que fueron inactivos. Linares *et al.*, (1970) reportaron que el 80 a 90 % de ovarios activos y del 20 al 10% de ovarios

inactivos. Arthur 1991, reporta que en ganado vacuno de carne la disparidad funcional entre ovarios no es tan manifiesta, mientras que en ganado lechero el 60% de la actividad ovárica se presenta en el ovario derecho. En México, Galván *et al.* (1982) y Vázquez *et al.* (1993) mencionan una mayor actividad del ovario derecho con respecto al izquierdo. Otro estudio realizado por Soto *et al.*, (2000) y Erales *et al.*, (2006) obtuvieron que el ovario derecho tiene mayor actividad que el izquierdo, mientras que para la evaluación de la funcionalidad de los ovarios la mayor proporción es para los ovarios funcionales y la menor para los inactivos.

En otro estudio realizado por Alonso (2007) donde evalúan el grado de concordancia entre ambas técnicas para el diagnóstico de gestación realizado durante 2 años en Costa Rica el porcentaje de concordancia fue del 60 %, mientras que el obtenido en este estudio fue del 87 % para el diagnóstico de estructuras ováricas y uterinas.

Por último para evaluar la relación existente en cuanto a la actividad ovárica obtenida por ambas técnicas, se han realizado pocos estudios. En este trabajo se obtuvo una correlación positiva para el ovario derecho $r_s=0.64$, y para el ovario izquierdo $r_s=0.80$. Estos resultados nos indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambas técnicas. En un estudio realizado por Romo *et al.*, (2010) donde se aplicaron ambas técnicas para detección de cuerpo lúteo por técnicas de palpación rectal y ultrasonido manifiesta que no encontraron diferencias estadísticas significativas entre ambas técnicas ya que mostraron tener similitud considerable y solo hacen la observación de haber tenido dificultades para encontrar estructuras ováricas menores a 10 mm. Cabe mencionar que en el 9 % de las vacas a las que se les aplicó el ultrasonido no pudieron ser identificadas las estructuras en uno de los ovarios, siendo de difícil acceso el ovario izquierdo, Erales *et al.*, (2006) refiere en cuanto a la precisión de la ultrasonografía para identificar las estructuras ováricas, el porcentaje de error fue de 24% mientras que el obtenido por Pieterse *et al.*, (1990) fue del 15%, quienes también trabajaron con animales en los que se desconocía la etapa del ciclo estral. Alonso (2007) menciona que el grado de concordancia entre ambas técnicas en su trabajo fue de 0.75 demostrando que ambas son precisas en el diagnóstico de gestación.

Conclusiones

- ✦ Dados los resultados obtenidos por ambas técnicas para el diagnóstico de estructuras ováricas y uterinas se muestra que hay una correlación lo cual indica que no se encontraron diferencias significativas, y que las 2 técnicas son de gran utilidad en la práctica veterinaria.
- ✦ La elección de una o de otra técnica dependerá de conocer el potencial así como las limitantes de cada una para el diagnóstico fisiológico o patológico dentro del hato.
- ✦ La palpación rectal es la técnica más utilizada actualmente para el diagnóstico del tracto reproductivo en bovinos, para el éxito de esta técnica es necesario tener conocimientos anatómicos y experiencia sobre las estructuras que se están palpando.
- ✦ Para el uso del ultrasonido es necesario saber manejar el equipo e interpretar lo que se está observando para poder obtener diagnósticos con más precisión, a pesar de su gran utilidad no es tan utilizada para el diagnóstico en bovinos por su elevado costo.

Apéndice

No. Arete	C.C.	Palpación			Ultrasonido			Notas
		V/G	Útero	Ovario D	Ovario I	Ovario D	Ovario I	
3550	2,5	G 3.5meses						
8027	2,5	Vacía	Edematoso	FG15	CL2	FG14		
3479		Vacía	Normal	FG15	FG 10-15			
3507	2	Vacía	Normal	FG15	Estático	FG13		
3494		G 6meses						
3569		G 7-8 meses						Poco fluido
3549		G 4-5 meses						
8099		G 8 meses						
3498	2,5	Vacía	Normal	FG15	FG10	FG11	FG11	
3547	2	Vacía	Normal	FG15	CL2	No	CL2	
3467		Vacía	Normal					
3560	2	Vacía	Normal	Estático	CL1			Novillona 24 meses No se reconocieron estructuras con US
3563		Vacía	Normal					Novillona 24 meses
3562		Vacía	Normal	FG20	Estático	FG15	No se detecto	
3540	2,5	G 6meses						
3512	1,5	Vacía	Normal	FG10	Estático			
3556		G 7 meses						
3542		G 6meses						
3523	1,5	Vacía		FG10	FG10	2FG10	2FG10	
3500	3	G 4 meses						
3480	2	Vacía	Normal	FG10	Estático			
3524	3	Vacía	Normal	FG10	FG15			No se reconocieron estructuras con US
3481	2,5	Vacía	Normal	Estático	Estático			
3465	3	G 3meses						
3470	3	Vacía	Normal	FG15	2FG15	D FG13	FG12	
3466	3	Vacía	Normal	2FG15	2FG20	D FG14	FG19 FG17	
3495	2,5	Vacía	Normal	Estático	FG15	D 2FG10	FG18	
3478		G 3meses						
3531	2	Vacía	Normal	Estático	CL2	?	CL17	
3492		G 5 meses						

3587	2,5	Vacía	Normal	Estático	FG10 FG15 CL1	2FG10	CL16	
3568	2	Vacía	Normal	FG10	FG10	FG10	?	
3530	2,5	Vacía	Normal	FG10 CL2	Estático	FG15	?	
3555		Vacía	Normal	FG20	FG15	FG18	FG15	
3532		Vacía	Normal	FG15	FG20	FG9	FG19	
3473	3	Vacía	Normal	FG10	Estático	FG9	?	
3517		G 6meses						
3520		G 6meses						
3548	2,5	Vacía	Normal	FG10	Estático	FG10	?	
3544	1,7	Vacía	Normal	FG5	Estático	FG9		
3541		Vacía	Turgente					Calor
3486		G 7.2meses						
3579		G 8meses						
3557		G 7meses						
3537	2,5	Vacía	Normal	FG15	Estático	FG15	?	
3554	2,75	Vacía	Normal	FG10 CL2	FG15	CL22	IFG12	
3488	2,75	G 6meses						
3539	2,5	Vacía	Edematoso	CL2	FG10			
3561		Vacía	Normal	Estático	FG5			
3493		Vacía	Normal	Estático	Estático			
3529	2,5	Vacía	Normal	FG15 CL2	FG10	FG14	IFG14	
3526		Vacía	Normal	Estático	FG12			
3533	2,5	Vacía	Normal	FG15	Estático			
3572		G 4meses						
3577		Vacía	Normal	FG10	Estático			
3584		Vacía	Normal					
3485		Vacía	Normal	Estático	CL2 FG15			
3543		G 6.5meses						
3553		G 7meses						
3497		Vacía	Normal					
3525		Vacía	Normal	FG10	Estático			
3470		Vacía	Normal					
3536		G 7 meses						
3489		Vacía	Normal					
3501		Vacía	Normal					
3509		Vacía	Normal					
3570		Vacía	Normal					
3496		Vacía	Normal					
3522		Vacía	Normal	FG15	FG15			
3502		G 6.5meses						

Bibliografía

1. Aban, J. A.; Delgado, R.; Magaña, J. G.* y Segura, J. C, 2008, Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México, Revista de investigación y difusión científica, disponible en <http://www.uco.mx/revaia/portal/pdf/2008/enero/3.pdf>.
2. Alonso L., Evaluación económica y reproductiva del uso de la ultrasonografía vs. palpación rectal para diagnosticar gestación en programa de monta natural en bovinos del trópico húmedo de Costa Rica, Tesis de Maestría en ciencias de la producción y de la salud animal, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.
3. Alonso L., Galina C., Romero J., Estrada S., Galindo J., 2012, Utilidad de la palpación rectal y la ecografía transrectal en el diagnóstico de gestación del ganado cebú en el trópico húmedo de Costa Rica. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXII, N° 1, 9 – 16 Disponible en: <http://revistas.luz.edu.ve/index.php/rc/article/viewFile/9749/9429>, citado 24 Mayo, 2013. 12:00 pm
4. Arthur G., Noakes D., Reproducción y obstetricia en veterinaria, 6ta edición, México, Interamericana-Mc Graw Hill, 1991.
5. Banks W., Histología veterinaria aplicada, 2da edición, ed. Manual Moderno, México, 1996
6. Basurto, H.C, 2007, Programa estacional de reproducción: una alternativa para la producción bovina en pastoreo en el trópico mexicano, disponible en: www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz0g031.pdf, citado 12 Abril 2013, 10:30 a.m.
7. Bavera, G. A. y C. Peñafort. 2000, Práctica de la palpación rectal, disponible en: www.produccion-animal.com.ar, citado 24 Abril 2013, 14:30 pm
8. Bearden H.J, Fuquay W.J. Reproducción Animal aplicada, México, Editorial El Manual Moderno, 1982.
9. Bo, G. A., M. Caccia. 2000. Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino, <http://www.produccion-animal.com.ar/> 28/02/ 2013 , 10:30
10. Bellenda G O., 2002, Reproducción de bovinos: ecografía en la vaca, disponible en: http://www.ecografiavet.com/reproduccion_bovinos.html, citado 13 Mayo 2013, 17:25 pm
11. Calderón R.C, Villa A., Lagunes J., 1996, Determinación Ultrasonográfica de la Primera Ovulación: Asociación Con la Presentación de Ciclos Estrales Regulares en Vaquillas Cebú y Suizo Pardo Mantenido en el Trópico Tec. Pecu. Mex. Vol. 34 No.2, disponible en: www.revistasinifap.org.mx/index.php/Pecuarias/article/download/.../701, citado 7 Abril 2013, 18:00 pm

12. Daniel W, Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud, 4ta edición, México, ed. Limusa, 2002.
13. De la Sota R.L, Formía N., Lares S., Fernández G.,2002, Aplicaciones de la ultrasonografía en el manejo reproductivo de rodeos de carne y leche, Instituto de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en :www.vet.unicen.edu.ar/html/.../de%20la%20Sota%20def.doc, citado 17 Mayo 2013, 20:15 pm
14. Díaz T, 1999, Dinámica del desarrollo folicular ovárico durante el ciclo estral en el bovino, disponible en : http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_44.pdf, citado 14 Abril, 2013, 10:20 am
15. Dick A., 1999 Detección de un cuerpo lúteo en vacas en anestro por palpación manual, ecografía y medición de la concentración de progesterona en plasma McDougall, S. y Rhodes, F.M.. NZVJ 47(47-52).
16. Dukes H, Fisiología de los Animales Domésticos, Tomo 1, Edición Española, 1977.
17. Dyce K.M., Anatomía Veterinaria, 2da Edición, México, McGraw-Hill Interamericana, 2006.
18. Echevarría L., 2001, La ecografía como técnica diagnóstica, Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 12(2). Lima, Perú, www.produccion-animal.com.ar
19. Erales J. A, Ortega A, Rodríguez J.C., Segura J.C., 2006, Estado y alteraciones del aparato reproductor de vacas sacrificadas en el rastro de Umán, Yucatán, Universidad y ciencia vol.24, no.2 Villahermosa, Tabasco.
20. Farin PW, Younquist RS, Parfet JR, Garverick HA. 1990. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts by palpation per rectum and linear array ultrasonography in dairy cows. JAVMA. 200:1085.
21. Fradson R.D, Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos, 2da Edición, México, Interamericana, 1982.
22. Forero L.E.,2005,Aspectos reproductivos del ganado *Bos indicus*: sincronización de celos, Científica Laboratorios Provet, www.produccion-animal.com.ar
23. Forar AL, Gay JM, Hancock DD. 1995. The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle:a review. Theriogenology. 43:989-994.
24. Galina C, Reproducción de los Animales Domésticos, 3ra edición, México, Limusa, 2010.
25. Galindo R., Determinación de la actividad ovárica en vacas F1 (Brhman-Holstein) durante el verano en un hato de la costa sur en Guatemala,

Universidad de San Carlos de Guatemala, licenciatura en Medicina Veterinaria, 2004.

26. Gallegos J., Sánchez C., Pérez P., 2001, Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en el trópico, *Investigación agraria. Producción y sanidad animales*, Vol. 16, Nº 2, págs. 257-270, disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=112387>
27. Giraldo C., 2003 Principios básicos de ultrasonografía veterinaria, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *mvz-córdoba*; 8:(2), 303-309 <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/MVZ-82/303.pdf>
28. Goddard, P.J., *Ecografía veterinaria*, Zaragoza, España, Acribia, 1995.
29. Gordon I., *Tecnología de la reproducción de los animales de granja*, Zaragoza, España, Acribia, 2004
30. Gordon, I., *Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos*, Zaragoza, España, Acribia, 1996.
31. Hafez, E.S.E, *Reproducción e inseminación artificial en animales*, 7ª edición, México, Mc Graw Hill–Interamericana, 2002.
32. Helman M., *Ganadería tropical*, 3ra edición, Buenos Aires, ed. El Ateneo, 1983.
33. Hernández J, et al., *Mejoramiento animal, Reproducción, Bovinos*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, División de Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia, 1999.
34. Hernández J., *Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.
35. Hidalgo y Terán, SF, *Mejorando el manejo de la reproducción de los bovinos con el ultrasonido*, XXXV Congreso Nacional de Buiatría, Poliforum León, 2011.
36. Instituto de Estadística y Geografía, Universidad de Guadalajara, *La ganadería bovina en los Estados Unidos Mexicanos, Censo Agropecuario, 2007*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/gandaria/ganda_bovina/MBUDG_INEG_07.pdf
37. Iñiguez F, 2011, *El valor del diagnóstico de gestación por palpación transrectal en bovinos*, Laboratorios Virbac México
38. Kahn W., *Veterinary Reproductive Ultrasonography*, Germany, Editorial Schlutersche, 2004.
39. Linares T., Plasse D., Muelles M. y Butterworth M., 1970, *Observaciones preliminares sobre la actividad ovárica y preñez en vacas criollas y Brahman sometida a una estación de monta limitada*, *Agronomía Tropical* 20 (6):413-420. 1970.

40. López B, Chavez M. E., Manual de uso del paquete estadístico "NWA STATPAK" un enfoque a la biomedicina., Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, 1994.
41. Luna E, Albarrán M., 2006, Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Carne en México, <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>.
42. Noakes D., Veterinary Reproduction and Obstetrics, 9ª Edición, London, Elsevier, 2009.
43. Paisley GL, Mickelsen WD, Frost OL. 1978. A survey of the incidence of prenatal mortality in cattle following pregnancy diagnosis by rectal palpation. *Theriogenology*. 9:481-491.
44. Perea G.F, 2005. Ecografía reproductiva, Manual de la ganadería de doble propósito, Universidad de los Andes, <http://www.avpa.ula.ve>
45. Peters A., Ball P.J., Reproducción del ganado vacuno, Zaragoza España, ed. Acribia, 1991.
46. Peters A.R., Ball P.J., Reproduction in cattle 3th Edition, Blackwell Publishing, 2004.
47. Quintatela, L.A, Ecografía y reproducción en la vaca, Santiago de Compostela, Universidade de Santiago de Compostela, 2006.
48. Román H., 1981, Potencial de Producción de los Bovinos en el Trópico de México, *Ciencia Veterinaria*, disponible en www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c12.pdf, 14 Abril 2013 12:00 pm.
49. Romo GS, Álvarez GH, Sanabria RPM, López BB, Esperón SAE, Comparación de dos métodos para la evaluación de estructuras ováricas previa a la sincronización de calores en ganado de carne, XXXIV Congreso Nacional de Buiatría, Monterrey, N. L., 2010
50. Rosell R., Llorente R., Ramírez A., Verdecia M., Hernández E., 2008. Ultrasonografía y su uso en la producción animal, Universidad de Granma, Central del Batey, Campechuela. Granma. Cuba. www.produccion-animal.com.ar
51. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), 2010, información delegaciones de la SAGARPA, Resumen nacional, población ganadera, avícola y apícola, 2010, citado 10 marzo 2013, 20:24 disponible en <http://www.siap.gob.mx>
52. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), 2010, información delegaciones de la SAGARPA, población ganadera, bovinos de carne y leche 2010, citado 10 marzo 2013, 20:47, disponible en <http://www.siap.gob.mx>
53. Sissons S., Anatomía de los Animales Domésticos, 4ta Edición, Salvat Editores, Barcelona, 1978.
54. Smith Thomas H, Guía de la cría de ganado vacuno, salud, manejo, reproducción, Ediciones Omega, Barcelona, 2009.

55. Soto H. E., González B, Godoy S., Bello A ., Bretaña A., 2000, Palpación transrectal y cuantificación de progesterona sérica en la evaluación de la actividad ovárica de bovinos mestizos explotados en condiciones tropicales, Revista Científica - 2000 - Vol X - No. 001 <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/27322>.
56. Taurus, Bs. As., Precisión de la palpación transrectal, ecografía y medición de la concentración de progesterona en el diagnóstico de un cuerpo lúteo en vacas. Méd. 2009. 11(43):39-42. UNCPBA. www.vet.unicen.edu.ar
57. Taverne M.A.M, Willemse H.E, Diagnostic ultrasound and animal reproduction, vol 51, klumer academic Publisher, London, 1989.
58. Vargas Caballero, E., Principios básicos de ultrasonido en Medicina Veterinaria: revisión bibliográfica, Tesis licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, 2006.
59. Zemjanis R., Reproducción animal, diagnóstico y técnicas terapéuticas, ed. Limusa, México, 1992.