

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“El diagnóstico de gestación y monitoreo del desarrollo embrionario equino por medio de ultrasonografía transrectal”**

**POR:**

**OMAR ROLANDO DOMINGUEZ DIAZ**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE, 2013**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

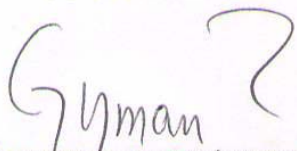
MONOGRAFÍA PRESENTADA POR:

OMAR ROLANDO DOMINGUEZ DIAZ

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

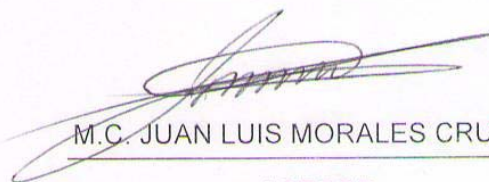
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORES.



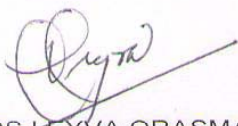
M.V.Z. EDMUNDO GUZMÁN RAMOS

ASESOR PRINCIPAL



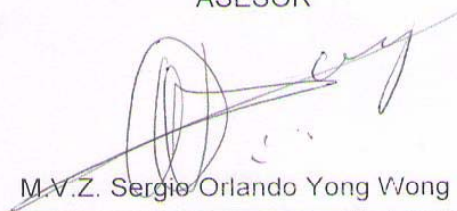
M.C. JUAN LUIS MORALES CRUZ

ASESOR



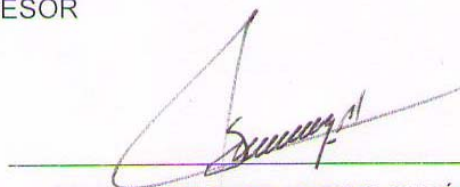
DR. CARLOS LEYVA ORASMA

ASESOR



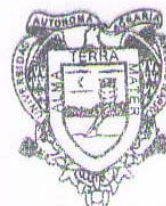
M.V.Z. Sergio Orlando Yong Wong

ASESOR



M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Comité de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2013.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA PRESENTADA POR:

OMAR ROLANDO DOMINGUEZ DIAZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

JURADO EXAMINADOR:

PRESIDENTE

  
M.V.Z. EDMUNDO GUZMÁN RAMOS

VOCAL

  
M.C. JUAN LUIS MORALES CRUZ

VOCAL


  
Dr. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL SUPLENTE

  
M.V.Z. Sergio Orlando Yong Wong

  
M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2013

## **Dedicatoria**

Mi monografía la dedico con humildad y amor

Al Creador de todas las cosas quien supo guiarme por el buen camino, porque gracias a él doy el primer paso fuerte y sólido en esta espectacular y maravillosa carrera “que para mí es un arte” que comienzo en la vida. Dándome fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Queme diste la oportunidad de vivir y de acomodarme en un nido familiar maravilloso.

A mi familia porque gracias a ella, soy lo que soy

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá Santiago Domínguez Morelos y mamá María Díaz España y mis hermanos Erik y Ada Brisa Domínguez Díaz por darme una carrera para mi futuro, por creer en mí, por sus consejos, comprensión y amor aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su ser, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

## **Agradecimiento**

A Dios, por haberme puesto en este camino a las personas que influyeron en mi vida y ayudándome a llegar al final de esta hermosa carrera, pues ser Médico Veterinario Zootecnista (MVZ) ha sido el sueño de mi vida desde pequeño, ahora hecho realidad.

A mis Alma Terra Mater, por brindarme la oportunidad de formarme no solo como profesionista, sino también como persona; conocerme a mí mismo, saber de lo que soy capaz y hasta dónde puedo llegar, por eso y muchas cosas más, me siento orgulloso al decir que soy BUITRE.

A mí Familia, son los mejores del mundo, no tengo palabras para agradecerles a mis papás y hermanos, lo mucho que han hecho por mí, por apoyarme en todo momento, por ser mi mayor orgullo y ser el motivo de seguir adelante, sin ustedes no lo hubiera logrado. MUCHAS GRACIAS.

A mis Profesores, por trasmitirme gran parte de sus conocimientos y que gracias a ellos tengo las bases para ejercer mi profesión ya que en cada etapa de mi formación participaron. Entre ellos lo que me dieron clases, asesores, amigos y a los que me ayudaban con mis dudas y problemas en cualquier momento. Pero en especial al M.V.Z. Hugo Rene Flores, M.V.Z. Edmundo Guzmán, M.C. Juan Luis Morales, Dr. Carlos Leyva, M.V.Z. Sergio Orlando y M.V.Z. Carlos Ramírez.

A mis Amigos, que son parte de mi familia, que me brindaron su amistad desinteresadamente, por acompañarme en los momentos felices y en los días oscuros, por sus consejos siempre se los agradeceré. No quiero mencionar en alguien en especial porque todos son especiales para mí. Y recuerden:

Ser Médico Veterinario Zootecnista es participar diariamente del milagro de la vida. Es convivir con la muerte, saber que es definitiva, pero no siempre desagradable. Todos nosotros podemos estudiar veterinaria, pero no todos seremos veterinarios.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 1  |
| Objetivo .....  | 2  |
| Anatomía.....   | 3  |
| Órganos genitales de la yegua.....                                | 3  |
| Ovario .....  | 3  |
| Oviductos.....  | 4  |
| Útero .....   | 4  |
| Cérvix .....  | 5  |
| Vagina .....  | 5  |
| Vulva.....  | 5  |
| Clítoris .....  | 6  |
| Comportamiento reproductivo de la yegua .....                     | 7  |
| Pubertad.....   | 8  |
| Factores que favorecen o afectan la pubertad .....                | 9  |
| Estacionalidad.....   | 10 |
| Factores que influyen en los ciclos reproductivos.....            | 10 |
| Ciclo estral .....  | 12 |
| Duración del ciclo estral .....                                   | 12 |
| Fases del ciclo estral .....                                      | 13 |
| Estro o celo.....   | 13 |
| Duración del estro .....  | 14 |
| Momento de la monta .....   | 15 |
| Algunas señales que indica la presencia de celo en la yegua ..... | 15 |
| Metaestro .....   | 16 |
| Diestro .....   | 16 |
| Proestro.....   | 16 |
| Momento de la ovulación .....                                     | 17 |
| Monta natural .....   | 17 |
| Inseminación artificial.....                                      | 18 |
| Técnica de inseminación artificial .....                          | 19 |

|   |    |
|---|----|
| Fisiología y endocrinología de la gestación ..... | 20 |
| Fertilización .....                               | 20 |
| Segmentación .....                                | 20 |
| Blastulación .....                                | 21 |
| Migración intrauterina y espaciado .....          | 21 |
| Formación del saco vitelino .....                 | 22 |
| Reconocimiento materno de la gestación .....      | 22 |
| Fijación y orientación del embrión .....          | 23 |
| Gestación.....                                    | 24 |
| La placenta .....                                 | 24 |
| Membranas y líquidos fetales .....                | 24 |
| Condón umbilical .....                            | 25 |
| Líquido alantoideo .....                          | 25 |
| El amnios .....                                   | 25 |
| Líquido amniótico .....                           | 25 |
| Hormonas de la gestación .....                    | 25 |
| Diagnóstico de gestación .....                    | 26 |
| Ultrasonografía .....                             | 27 |
| Antecedentes .....                                | 27 |
| Funcionamiento básico.....                        | 27 |
| Técnica de ultrasonografía .....                  | 28 |
| Determinación de edad fetal manual.....           | 29 |
| Ultrasonografía diagnóstico de gestación .....    | 30 |
| Conclusiones.....                                 | 40 |
| Bibliografía.....                                 | 41 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1.- Aparato reproductor de la yegua vista latero-medial (Brisco, 2011). .....   | 6  |
| Ilustración 2.- Aparato reproductor de la yegua vista dorso-ventral (Brisco, 2011). .....   | 7  |
| Ilustración 3.- Efecto piezoeléctrico (Ginther, 1995). .....  | 28 |
| Ilustración 4.- Parámetros de tamaño de abultamiento por el embrión en días de gestación (Zarco y Boeta, 2000). .....                     | 29 |
| Ilustración 5.- Grafica para calcular días de gestación en relación con la longitud de la cadera a la cresta (Zarco y Boeta, 2000). ..... | 30 |
| Ilustración 6.- 10 días de gestación, por ultrasonido y representación (Virginia B., 2006). .....   | 31 |
| Ilustración 7.- gestación de 11 días (ultrasonido). .....   | 31 |
| Ilustración 8.- gestación de 12 días U.S. (Virginia B., 2006). .....  | 32 |
| Ilustración 9.- gestación de 14 días U.S. .....   | 32 |
| Ilustración 10.- gestación de 14 días (Zarco y Boeta, 2000). .....  | 32 |
| Ilustración 11.- Gestación de 14 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 32 |
| Ilustración 12.- Gestación de 16 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 33 |
| Ilustración 13.- Gestación de 16 días U.S. (Muñoz, 2006). .....   | 33 |
| Ilustración 14.- Gestación de 17 días U.S. .....  | 33 |
| Ilustración 15.- gestación de 18 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 33 |
| Ilustración 16.- Gestación de 21 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 34 |
| Ilustración 17.- Gestación de 22 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 34 |
| Ilustración 18.- gestación de 23 días U.S. (Muñoz, 2006). .....   | 34 |
| Ilustración 19.- Gestación de 24 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 35 |
| Ilustración 20.- Gestación de 24 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000). .....   | 35 |
| Ilustración 21.- Gestación de 28 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000). .....   | 35 |
| Ilustración 22.- Gestación de 29 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 35 |
| Ilustración 23.- Gestación de 33 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 36 |
| Ilustración 24.- Gestación de 36 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000). .....   | 36 |
| Ilustración 25.- Gestación de 40 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 36 |
| Ilustración 26.- Gestación de 45 días U.S. y representación (Virginia B., 2006). .....  | 37 |
| Ilustración 27.- Ultrasonografía del día 16 al 45 días de gestación. ....   | 37 |
| Ilustración 28.- Representación del desarrollo de las membranas fetales. ....   | 39 |



## Introducción

La yegua se clasifica como un animal poliestructura estacional, es decir, tiene varios ciclos sexuales, de aproximadamente 21 días. El estímulo para que los ciclos comiencen es la cantidad de horas luz del día, por eso los ciclos comienzan en primavera, en que los días son más largos. El cambio de estación reproductiva no ocurre de forma brusca sino que presenta una época de transición en las cuales los ciclos y los celos son irregulares (Real, 2000).

Hay un porcentaje de yeguas que siguen presentando celos y ovulaciones, pero nos podemos encontrar con yeguas que siguen presentando celos sin ovulación y por lo tanto infértiles e yeguas que están inactivas completamente (Romero, 2009).

Un mayor conocimiento sobre la fisiología y endocrinología reproductiva de las yeguas nos ayudará a conseguir no sólo un mayor nivel de fertilidad sino también partos tempranos (Swenson y Reace, 1999).

Existen cambios característicos en los genitales de la yegua durante su ciclo estral, los cuales también son muy útiles como orientación para determinar el momento oportuno para la cubrición de la yegua durante el celo. El ciclo presenta dos fases, en la fase de celo o fase folicular acepta al macho para su cubrición y en la fase de diestro rechaza al caballo incluso de forma violenta (Stewart, 1996).

El examen veterinario de yegua antes de la cubrición es ahora una rutina en la mayoría de las yeguas y en muchas partes del mundo. Estos exámenes podemos clasificarlos generalmente en cuatro apartados: 1) Palpación de los ovarios y del útero a través de la pared del recto, 2) Examen del cérvix y vagina incluyendo técnicas bacteriológicas y citológicas, 3) Examen con ultrasonidos, 4) Análisis hormonales (Pacheco y González, 1991).

El diagnóstico precoz de la gestación constituye la más valiosa aportación de las explotaciones sistemáticas llevadas a cabo por el veterinario a favor de las prácticas de manejo durante la época de monta.

El ultrasonido o ecografía en medicina veterinaria fue desarrollado inicialmente en los equinos, como una tecnología de gran ayuda en los estudios en el aparato reproductor. Sus aplicaciones más utilizadas, involucran los controles de ovulación y desarrollo folicular, así como el estudio de otras estructuras de los ovarios (fisiológicas y patológicas) (Ginther y Pearson, 1983).

Los veterinarios están capacitados para diagnosticar la gestación con bastante precisión a partir de los 16 días; pues es el periodo en que el embrión ya se a

fijado en alguna parte de cualquier cuerno uterino gracias a la ayuda de la tecnología de hoy como lo es el ultrasonido de tiempo real, y de esta forma el encargado de la yegua puede estar informado de forma más segura acerca de si una determinada yegua está en estado de gestación y seguir sucesivamente el desarrollo embrionario; o en dado caso de alguna patología que se haya encontrado (Romero, 2009).

**Objetivo**

El trabajo está destinado para un técnico o médico, personal que laboren en la área de reproducción equina, para dar un diagnóstico preciso de gestación para saber con más precisión los partos, también nos ayuda en caso de tener una gestación gemelar para la destrucción de uno de ellos y seguimiento de monitoreo para el desarrollo embrionario para saber lo que es normal.

## **Anatomía**

El sistema reproductivo se compone de dos grupos de órganos:

- 1.- Las estructuras que son intrínsecas a la reproducción (ovarios, oviducto, cuernos uterinos, útero, cérvix, vagina, vestíbulo y vulva).
- 2.- Las estructuras que están físicamente aislados de los órganos sexuales pero juegan un papel importante en la reproducción (glándula pineal, retina, hipotálamo y la glándula pituitaria).

## **Órganos genitales de la yegua**

### **Ovario**

Los ovarios de la yegua tiene la forma arriñonada a causa de la presencia de la fosa de ovulación y su consistencia elástica firme (Centro de estudios A, 2001), aunque su forma y tamaño en realidad varían de acuerdo con la raza, edad de la yegua y época del año (Rossdale, 19991). El peso está entre 40-80 gr. con 7-8 cm. de longitud y 3-4 cm. de ancho (Centro de estudios A. 2001) y están formados por una masa fibrosa compacta llamada estroma (Rossdale, 1991). El borde de inserción o mesovárico es convexo y el borde libre presenta una depresión estrecha, la fosa de ovulación (Centro de estudios A, 2001). Están situados en la región sublumbar y localizados debajo de la cuarta o quinta vértebra lumbar, están comúnmente en contacto con la pared lumbar del abdomen (Sisson, 2000).

El ovario izquierdo está comúnmente 2 o 3 cm. más atrás que el derecho, pero se halla casi siempre más cerca del riñón correspondiente. Por lo general en la yegua que no está en gestación se halla en contacto con la pared abdominal lumbar. La estructura del ovario de la yegua es característico de los demás, ya que no presenta una zona cortical en la que estén presentes los folículos; estos se distribuyen por el interior de la glándula y deben hacer el recorrido, momentos antes de la ovulación, hasta la fosa de ovulación, único lugar donde pueden hacer eclosión, debido al espesor y consistencia de la capa albugínea que rodea el resto del ovario (Centro de estudios A, 2001).

Otra característica del ovario de la yegua es que el cuerpo lúteo no forma relieve en la superficie del ovario como sucede en el bovino y en el porcino, sino que está situado en el interior de la glándula. A diferencia de los bovinos, en la yegua los ovarios constituyen, durante la exploración rectal, el punto de referencia más importante para la localización del aparato genital (Centro de estudios A, 2001).

### **Oviductos**

Los oviductos o trompas de Falopio tienen una longitud de 25 a 30 cm cuando están extendidos (Brinsco, 2011). En el epitelio están presentes los cilios que producen un movimiento dirigido hacia el útero (Brisco, 2011). Cada uno está envuelto en un pliegue peritoneal, derivado de la cara externa del ligamento ancho, denominado el mesosalpinx, el que cubre en gran parte el lado externo del ovario y forma con el ligamento ancho una bolsa llamada bolsa ovárica (Evans, 1992).

En el mesosalpinx se localizan los túbulos flexuosos ciegos, que constituyen el aroophoron, vestigios del conducto de Wolff. Estos son más evidentes en las yeguas adultas y en las jóvenes tienden a desaparecer con la edad, no es raro que den lugar a quistes (Evans, 1992).

El oviducto se divide en tres partes que son: el infundíbulo (porción en forma de embudo más cercano al ovario), la ampulla (se amplía en la porción media), y el istmo (porción estrecha que conecta el ampulla a la trompa uterina (Brinsco, 2011).

El pabellón del oviducto de la yegua se caracteriza por los amplios pliegues que presenta en la fase de reposo sexual y se adapta perfectamente sobre la fosa de ovulación, por lo que solo una causa mecánica, tumores, quistes, etc., pueden determinar la caída del óvulo en la cavidad abdominal. En sus bordes es frecuente encontrar quistes pedunculados y las hidátides de Morgagni (Sisson, 1982).

La misión de los oviductos consiste en acoger el óvulo y al espermatozoide y permitir que el huevo, una vez fecundado, penetre en el útero (Rossdale, 1991).

### **Útero**

El útero de la yegua es bicorneal, es decir, no tabicado; ambos cuernos aparecen unidos en su base por el ligamento intercornual. Están situados enteramente en el abdomen y comprimidos contra los músculos sublumbares por los intestinos (ciego, porción izquierda del colon mayor, el colon menor y el intestino delgado). El borde dorsal es algo cóncavo y está unido a la región sublumbar por el ligamento ancho, el borde ventral es convexo y libre (Muñoz, 2006).

El cuerpo del útero está situado en parte en la cavidad abdominal y en parte en la cavidad pelviana. Su longitud es de 18- 20 cm. y su diámetro es unos 10 cm. su cara dorsal se relaciona con el recto y otras porciones del intestino; la ventral está en contacto con la vejiga y tiene relaciones inconstantes con varios segmentos del intestino (Muñoz, 2006).

**Cérvix**

El cuello uterino de la yegua es un pequeño conducto de 4-7 cm de largo y de 3,5-4,5 cm de ancho, de forma cilíndrica algo aplanada, su abertura posterior se proyecta en la cavidad vaginal, en la que termina y forma una serie de repliegues, la flor radiada, delimitados circularmente del fondo de la vagina por un profundo surco, el fornix vaginalis. Su posición es paralela al eje de la pelvis (Kolb, 1996).

Revestido internamente por el epitelio que contiene las células secretoras las cuales producen moco fino que sirve como lubricante durante el estro y un moco grueso, que ocluye el lumen cervical durante el diestro o gestación de modo que sea menos permeable a la bacterias y a los objetos externos (Blanchard et al, 2003).

El cérvix o cuello uterino se abre o se cierra según el estado sexual de la yegua, hallándose abierto en la fase del estro y cerrado en la del diestro y durante la gestación (Rossdale, 1991).

**Vagina**

La vagina alcanza de 15 a 25 cm. de longitud y unos 12 cm. de diámetro, de pared es gruesa pero muy dilatada se relaciona dorsalmente con el recto, ventralmente con la uretra y lateralmente con la pared pelviana (centro de estudios A, 2001).

La vagina se extiende a lo largo de la cavidad pelviana desde el cuello del útero hasta la vulva. En condiciones normales y fisiológicas, sus paredes contactan entre sí, pero si el cierre vestibular se fuerza con un espéculo o con el pene del caballo, las paredes se separan y la luz de la vagina puede llegar a alcanzar unas 5 pulgadas (Rossdale, 1991).

Externamente el tercio anterior de la vejiga está cubierto por el peritoneo los dos tercios posteriores por un tejido conjuntivo laxo, un plexo venoso una cantidad variable de grasas (Kolb, 1996). Incluyendo la mucosa es muy elástica y se expande considerablemente para adaptarse al paso del potrero. La luz de la vagina está cubierta con epitelio escamoso (Brisco 2011).

**Vulva**

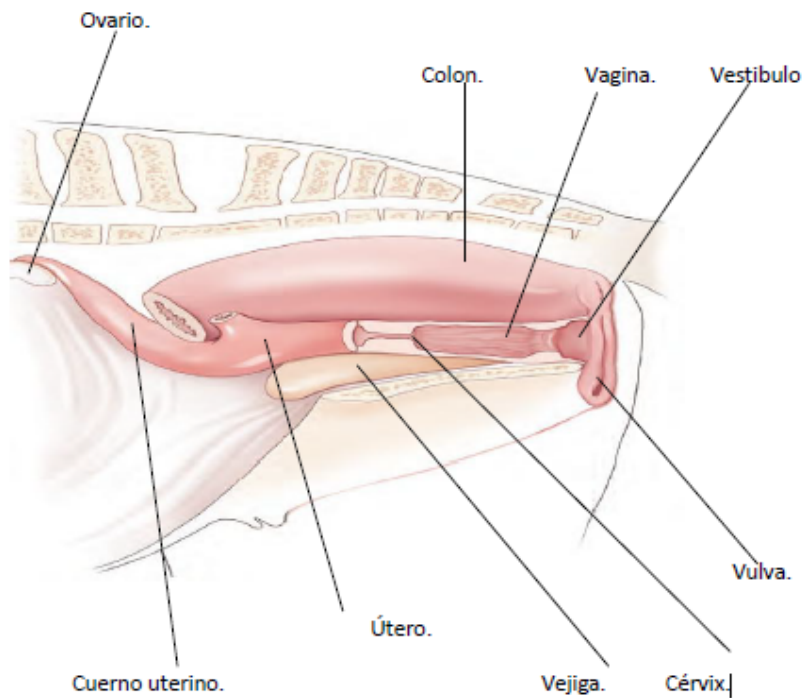
La vulva o seno urogenital (vestíbulo vaginal) mide de 10-12 cm. de longitud del orificio uretral externo hasta la comisura ventral, por el dorso es mucho más corto. Se relaciona dorsalmente con el recto y el ano, ventralmente con el suelo de la pelvis y lateralmente con el ligamento sacro ciático, el musculo

semimembranoso y la arteria pudenda externa. La hendidura vulvaresde 10-12 cm. de altura, compuesta por dos labios redondeados prominentes, los labios vulvares, los que se unen arriba en ángulo agudo y forman la comisura dorsal, y abajo la gruesa y redondeada comisura ventral (Kolb, 1996).

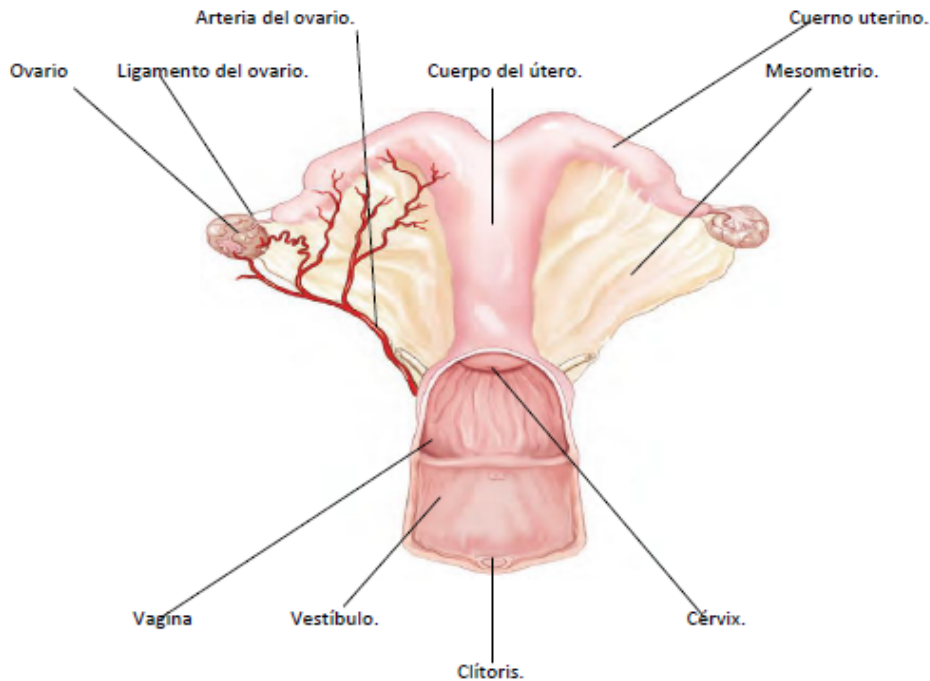
Los labios están cubiertos en la parte exterior de piel fina, lisa, pigmentada, desprovista de pelos y con abundantes glándulas sudoríparas y sebáceas, por lo que es untuosa al tacto; por la parte interior con la delgada membrana mucosa desprovista de glándulas (Centros de estudios A, 2001).

### Clítoris

Cuando se separan los labios vulvares, es posible observar un cuerpo redondeado de aproximadamente una pulgada de ancho que ocupa una cavidad existente en la comisura ventral que es el glande de clítoris, equivalente al glande del pene del garañón (Rossdale, 1991).



**Ilustración 1.-** Aparato reproductor de la yegua vista latero-medial (Brisco, 2011).



**Ilustración 2.-** Aparato reproductor de la yegua vista dorso-ventral (Brisco, 2011).

### **Comportamiento reproductivo de la yegua**

Se considera al equino como una especie paléstrica estacional, fototrópicapositiva por lo que la estación reproductiva se manifiesta a fines de primavera y durante el verano (Cintoria, 2005).

Este mismo autor menciona que generalmente luego del anestro invernal, las yeguas entran en un periodo de transición caracterizado por una actividad cíclica errática antes de ingresar al periodo sexual regular y fértil.

Las yeguas tienen celos estacionados. La falta de luz natural bloquea a través de la glándula pineal la actividad ovárica. El periodo de celo de la yegua es largo 7 días, por lo que se requiere una adecuada detección del momento de la ovulación. Es muy común en yegua ciclos irregulares, muy diferentes del estándar teórico, especialmente al inicio de la temporada de servicios tales como:

- Ciclos largos y cortos.
- Celos largos, cortos, interrumpidos o silenciosos.
- Ovulaciones adelantadas, retrasadas o ausentes.(Cintoria, 2005).

## Pubertad

La pubertad se inicia entre los 18 y 36 meses de edad, durante la primavera verano del segundo año de vida (Gordon, 2003).

La pubertad se define como la edad en la cual las gónadas adquieren la capacidad de liberar gametos. En la hembra la pubertad se asocia al estro y la ovulación, no obstante, para la hembra, la pubertad suele definirse como la edad en la cual muestra el primer estro o calor evidente (Mc. Donald, 1991).

El ciclo ovárico comprende las siguientes etapas: maduración folicular, ovulación y formación del cuerpo lúteo, seguido de su desarrollo y regeneración, con la posterior maduración de un nuevo folículo, que trae como consecuencia la iniciación de un nuevo ciclo ovárico, este ciclo es un complejo sistema de retroalimentación en el que intervienen las hormonas sexuales estrógenos y progesterona, las gonadotropinas hipofisarias LH, FSH y la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) del hipotálamo (Gordon, 2003).

Cuando cesa el flujo menstrual y bajo la influencia de las hormonas gonadotrópicas, una célula huevo y su folículo comienza a madurar, a medida que crece, secreta cantidades crecientes de estrógenos, estos estímulos el crecimiento del endometrio para la implantación del óvulo fecundado. El rápido crecimiento del nivel estrogénico cerca del punto medio del ciclo desencadena un incremento agudo de la producción de LH por la hipófisis. Los altos niveles de LH estimulan al folículo para la liberación de la célula huevo, que inicia su pasaje hacia el útero (Pineda ycol, 1991).

Bajo el continuo estímulo de LH, las células del folículo vacío crecen más y llenan la cavidad dando lugar al cuerpo lúteo, a medida que estas aumentan de tamaño comienza a sintetizar progesterona y estrógenos. A medida que aumenta la progesterona y junto con los estrógenos, inhiben la producción de GnRH y por lo tanto de las hormonas gonadotrópicas de la hipófisis, como resultando la producción de hormonas ováricas cae. Sin el apoyo hormonal una porción del endometrio se desprende en líquido menstrual. En respuesta al bajo nivel de hormona ovárica el nivel de hormonas hipofisarias comienza a elevarse, se desarrolla un nuevo folículo y se eleva el nivel de estrógenos (Pineda ycol, 1991).

Durante el invierno, periodo de inactividad ovárica cuando la yegua está flaca y peluda, los ovarios son duros al tacto y miden entre 4 y 5 cm. de diámetro, y se los denomina ovarios de anestro, todo este periodo dura hasta que comienza a aumentar las horas-luz. La transición invernal, se caracteriza por los celos irregulares, que pueden durar 4 días a 2 meses (Pineda ycol, 1991).



En el periodo primavera-verano, el ovario es de textura blanda al tacto y aumenta su tamaño hasta los 10cm. de diámetro aproximadamente, el folículo maduro alcanza unos 5 cm. de diámetro y se llama a este periodo estro o ciclo estral. El ciclo estral se divide a su vez en dos etapas con un total de 21 días. Esta etapa presenta 6 días de celo y 15 días de diestro, manteniendo esta regularidad hasta abril (Pineda y col, 1991).

Resulta muy conveniente realizar el servicio al 3° día del comienzo del celo, y luego los siguientes días hasta finalizar el mismo. Esto porque la ovulación se produce 24 a 48 hrs. antes de finalizar el celo (Pineda y col, 1991).

La formación del cuerpo lúteo es consecuencia de gestación y fecundación, produciendo progesterona, que determina la placentación, también actúa en el desarrollo de la glándula mamaria y tiene acción inhibitoria sobre la hipófisis frenando la acción de la hormona folicular estimulante. A los 150 días de gestación sufre una regresión anatómico-fisiológica, transfiriendo sus funciones endocrinas a la placenta (Pineda y col, 1991).

La ovulación se lleva a cabo cuando la LH es solicitada por los estrógenos de los folículos, favoreciendo la formación del cuerpo lúteo. Las tecas del folículo pierden vascularización y el óvulo sale del folículo por la fosa de ovulación (Medónalo, 1991).

### **Factores que favorecen o afectan la pubertad**

- **Nutricionales:** la nutrición es muy importante y en algunos casos, es el factor que determina el inicio de la pubertad, la sobrealimentación acelera dicho proceso mientras que la subalimentación, la retrasa (Sorosen, 1984).
- **Condición corporal:** la obesidad excesiva ocasiona por la alimentación a libre acceso con un alto nivel de energía, se afecta el potencial reproductivo de los ciclos posteriores (Valencia, 1986).
- **Ambientales:** las condiciones adversas sean de temperatura, fotoperiodo, humedad, retrasan el momento en que alcanza la pubertad, por lo que la temperatura y el confinamiento retrasan la pubertad. El medio ambiente influye sobre la edad de la pubertad, principalmente a través de efectos adversos, debido a situaciones de estrés. Entre las condiciones indeseables se encuentra los insectos, las altas temperaturas y la humedad elevada (Frasas, 1989; Galina, 1995).

## **Estacionalidad**

Los animales han desarrollado estrategias de reproducción estacional que se asegura que las crías nazcan en el momento apropiado del año. En los equinos, como en muchas otras especies, el ritmo cíclico anual de reproducción es regulado por las variaciones de fotoperiodo.

Esta señal ambiental se traduce en una señal endocrina a la glándula pineal, secretando melatonina durante la fase oscura del día. En la yegua, los días decrecientes se asocian a una disminución de la secreción de gonadotropinas y de la actividad ovulatoria (Salazar Ortiz; Nagy, P y Guillaume, 2009).

La actividad reproductiva del equino es estacional. La estación reproductiva natural de las yeguas se extiende desde la primavera hasta final del verano lo que en el hemisferio norte implica desde abril hasta septiembre, y en el hemisferio austral desde octubre hasta marzo. Como lo indica la expresión, el ciclo estral consiste en una sucesión de acontecimientos que se repiten de forma periódica. En primavera, los factores secundarios, como el aumento de la temperatura y la mejora de ingesta dietética, aceleran el inicio de la actividad reproductiva. Hay una fuerte relación entre el fotoperiodo y la aparición de la ovulación (Irvine et al, 2000).

## **Factores que influyen en los ciclos reproductivos**

**Fotoperiodo.** La luz es el factor más potente que afecta a los ciclos reproductivos de los animales con apareamiento estacional. La yegua es una de las especies más afectadas por el fotoperiodo. La glándula pineal participa en la transmisión de los cambios que se presentan en el fotoperiodo. La información fótica se transmite de las células de la retina del ojo, a lo largo de los nervios ópticos, a los núcleos supraquiasmáticos, que se localizan en el hipotálamo anterior. La información de este núcleo se transmite por el núcleo paraventricular a los ganglios cervicales superiores, mediante conductos del sistema nervioso autónomo y después finalmente a la glándula pineal (Swensen y Reece, 1999).

Las especies estacionales han desarrollado ritmos endógenos que les permite tener épocas reproductivas y de anestro a lo largo de todo el año. Se considera que el factor medioambiental más común entre los años y fácil distinguible es la cantidad de horas luz. La finalidad de la estacionalidad reproductiva es garantizar que los nacimientos ocurran en la época del año más favorable para las crías, cuando la temperatura ambiental y la disponibilidad de alimento son buenas, lo que generalmente ocurre entre las épocas de primavera y verano. Los ciclos durante la primavera y verano presentando el pico de su actividad reproductiva alrededor del solsticio de verano. En los meses de poca luz

(otoño e invierno), los ciclos estrales desaparecen y la yegua entra en anestro (Galina y Valencia, 2006).

La exposición adicional, de la yegua en inactividad ovulatoria, a la luz artificial durante el invierno y al inicio de la primavera estimula la actividad ovárica y es de uso general para avanzar el inicio de la época de reproducción (Salazar, 2009).

**Temperatura.** Al parecer su acción es más importante en el periodo posterior a la fecundación, cuando una temperatura elevada puede disminuir la viabilidad de los embriones y, por lo tanto, la fertilidad; sin embargo, temperaturas inusualmente frías o calientes impiden la demostración de signos de estro (Galina y Valencia, 2006).

Para los animales que viven en latitudes templadas o más extremas, el verano es un periodo de abundancia, con temperaturas moderadas y comida en cantidades importantes. Al contrario el invierno, puede ser hostil, con temperaturas bajas y una calidad y/o una disponibilidad de comida disminuida. Los organismos que viven en tal medio ambiente se enfrentan al doble reto de aprovechar un verano de abundancia, y sobrevivir a la dificultades de invierno (Salazar, 2009).

**Nutrición.** La reproducción comparada con otras funciones fisiológicas como la termorregulación, la locomoción, el crecimiento, el mantenimiento celular o la lactancia, ocupa escasa prioridad para el organismo. Por lo tanto, cuando el consumo de energía es restringido, la función reproductiva se interrumpe antes de comprometer a otras funciones vitales (Galina y Valencia, 2009).

Los animales sometidos a deficiencia nutricionales durante su crecimiento sufren un retraso en la pubertad. En animales ciclando, la pérdida de 20% del peso corporal conduce a un anestro nutricional. Adicionalmente, el tiempo entre el parto y la primera ovulación posparto se prolonga cuando la nutrición es pobre (Noker, 2001)

**Feromonas.** Se les llama feromonas a los componentes químicos que permiten la comunicación entre animales de la misma especie (Swensen y Reece, 1996)

**Contacto físico.** Para lograr la bioestimulación del macho y de la hembra, se acostumbra alojar al macho en un corral cerca de las hembras o bien introducirlas con el (Galina y Valencia, 2006). El contacto físico de una hembra con un macho hace que la hembra quede inmóvil (Reflejo de rigidez) (Swensen y Reece, 1996).

**Ciclo estral**

La yegua es una hembra poliestrica estacional, es decir, el ciclo estral solo se lleva a cabo durante los meses de fotoperiodo largo, es decir, cuando anochece más tarde. El ciclo estral se repite cada 21 días y el celo tiene una duración de seis a nueve días aproximadamente (Muñoz, 2006).

Alcanza la madurez sexual a los 4 años. La gestación dura unos 11 meses, y la hembra da a luz una sola cría (el nacimiento de gemelos es algo raro como los partos de 3 o más potrillos). Los caballos domésticos tienen dificultades en el acoplamiento sexual, por lo que en ciertas ocasiones se hace necesario que un hombre dirija el miembro del caballo a la hora de fecundar a la hembra; estos hombres se denominan mamporreros (Muñoz, 2006).

El ciclo estral está representado por un complejo de transformaciones hormonales, histológicas y morfológicas, que actuando bajo influjos neuro-hormonales no solo crean el cuadro a nivel de los órganos reproductores. La finalidad de la actividad cíclica estral es preparar las condiciones favorables para la fecundación, nidación y desarrollo del feto (Muñoz, 2006).

Durante la estación sexual favorable una yegua puede tener de 3 a 11 ciclos estrales, cada uno comienza y termina con la ovulación. El ciclo estral podríamos dividirlo en dos partes, el estro o fase folicular en que la yegua es receptiva al semental y el diestro o fase lútea en que la yegua, normalmente rehúye al macho (Miró y col, 2001).

La yegua tiene una duración media de 21 días del ciclo sexual aunque puede variar dependiendo de:

- Raza en los ponis es más largo 24 días de celo.
- Estación más larga e irregular en las épocas de transición, sobre todo al inicio de primavera
- Persistencia del cuerpo lúteo, espontánea o inducida por pérdida embrionaria.(Miró y col, 2001).

**Duración del ciclo estral**

El tiempo contado desde el comienzo de un ciclo estral hasta el comienzo del siguiente ha sido observado con variación entre 7 y 24 días, aunque la duración promedio en la que coinciden casi todos los investigadores es la de 20 a 22 días. Los ciclos anormalmente largos sin duda son consecuencia de periodos omitidos por inadvertencia (Muñoz, 2006).

### **Fases del ciclo estral**

El ciclo estral se divide en cuatro fases que son: estro, metaestro, diestro y proestro (Muñoz, 2006).

### **Estro o celo**

El celo en la yegua se puede determinar por la tumefacción vulvar y las descargas de moco abundante, siendo típica la presentación del reflejo del blitsen o centelleo que consiste en la exposición periódica del clítoris y la emisión de cortos chorros de orina, se comporta intranquila, nerviosa, da frecuentes relinchos y coceos, escarba con los cascos, mirada atrás hacia los cuatro traseros, al tiempo que fustiga sus flancos con la cola mantiene un activo amusgamiento (Driancourt y col, 1993).

La expresión de la sintomatología de celo, así como los distintos cambios que aparecerán en los órganos sexuales de la yegua se deben fundamentalmente a los altos niveles de una hormona, los estrógenos circulantes en la sangre junto a la caída de progesterona, la hormona dominante en otra fase (Miró y col, 2001).

La comisura bucal de la yegua en celo está elevada y hacia atrás; el labio inferior muestra un aspecto típico, como de quien atrapa algo, en tanto que los ojos muestran una mirada peculiar fija. A estos síntomas se les llama cara del celo. El ritual del celo comprende una seria agresividad hacia el macho, lo que obliga a su reproducción, empleando para ello atalajes adecuados (trabones) que limitan los movimientos de la hembra. Puede reconocerse la inminencia de la ovulación por la mayor disposición receptiva de la yegua, además de que las descargas mucosas pasan de viscosas y claras a un estado más acuoso; pasada la ovulación se hace más viscosas, consistentes y de coloración grisácea (Miró y col, 2001).

En el celo, ala palpación rectal, el tono de la matriz es pobre sin cambios específicos antes de la ovulación. Por otro lado hasta el 90% de folículo muestran un descenso en la consistencia a la palpación conforme nos acerquemos a la ovulación (Koskinen y col, 1990).

La evaluación ecográfica del útero en celo mostrara áreas hiperecogénicas, normalmente durante todo el ciclo, junto a las áreas hipoecogénicas como resultado de la presencia de fluido en la su mucosa (edema). El grado de edema incrementa con el crecimiento folicular y normalmente, se reduce o detiene el día anterior a la ovulación, aunque no siempre y es difícil apreciar ecográficamente dichas variaciones (Bellinghausen, 2001).

Por otro lado, a la exploración ecográfica ese folículo que, como citábamos anteriormente, crecerá a un ritmo de 2.7 mm. Por día, va a ovular con un tamaño medio de 45 mm. Aunque es susceptible de ovular entre los 35 y 58 mm. De diámetro (Bellinghausen, 2001).

En la última fase del crecimiento folicular el folículo dominante tiende a alargarse, en forma de pera, para dirigirse hacia la fosa de ovulación. No obstante, un 15% de folículos no mostraran modificación alguna y, si esta existe, puede distar mucho del momento de ovulación (England, 1998).

La observación a la ecografía de un folículo irregular, de un perímetro folicular más eco denso o de cierto grises en el interior del folículo son indicativos de que la ovulación se está produciendo. Sin embargo, esta observación suele ser casual (England, 1998).

Durante el celo, en la vagina se puede observar un color rosado intenso, mucosa brillante y gran cantidad de moco claro en la porción anterior. Debe tenerse en cuenta que la mucosa comienza a congestionarse al ser expuesta al aire, por lo que después de la introducción del espéculo muestra inmediatamente su cambio de color (Rose, 1993)

La abertura externa del cérvix al inicio del celo, es cilíndrica, hinchada, edematosa y los pliegues cervicales se relajan; estos síntomas avanzan hasta que próximo a la ovulación se percibe suave al tacto y con contracciones rítmicas; lo mismo sucede al contacto peneano (Driancourt y col, 1993).

Como ya ha sido descrito, el ritmo estral en la yegua obedece a los cambios de la iluminación solar. Al inicio de la época de cubriciones el celo se extiende hasta 2-3 semanas y se regula a 5-7 días paulatinamente; el nuevo celo se inicia alrededor de los 16 días de haber finalizado el anterior, pudiéndose afirmar que este determina la duración del ciclo estral (Driancourt y col, 1993).

### **Duración del estro**

La duración promedio de esta fase es aproximadamente en la yegua es de unos seis días, con posibilidad de grandes variaciones. Los periodos de celo tienden a ser más cortos en primavera y verano, estaciones durante las cuales parece que la fertilidad es mayor. Al comenzar la temporada reproductiva, de marzo a abril, los periodos de celo tienden a ser más largos e irregulares, con frecuencia sin ovulación. De mayo a julio, los periodos de celo se hacen más cortos y regulares, con ovulación como fenómeno normal del ciclo. Esta ovulación ocurre de uno a dos días antes del final del estro (Geoffrey, 1991).

El ciclo sexual de la yegua en época de actividad sexual tiene una duración media de 21 días. Mientras que la duración del ciclo sexual es relativamente constante, la duración del periodo de celo va a ser muy variable. Se consideran normales celos de entre 4 y 7 días, aunque algunas yeguas perfectamente sanas muestran celos de sólo un par de días y otras incluso superiores a 10 días (England, 1998).

### **Momento de la monta**

Tradicionalmente las yeguas se cubren diariamente mientras dura el celo, muchos ganaderos dedicados a la cría y explotación de esta especie creían que cuantas más cubriciones realizaba, mas eran posibilidades de gestación, siendo esta premisa totalmente falsa. La mejor cubrición será aquella que está más próxima del momento de ovulación y siempre mejor antes que después de esta (Miró y col, 2001).

La fertilidad aumenta durante el estro hasta un máximo de dos días antes de determinar el momento del celo a partir del cual baja bruscamente. Las yeguas con periodo de celo de uno a tres días deben ser cubiertas el primer día; las que presenten periodos más largos se cubrirán del tercero al cuarto día y de nuevo entre 48 y 72 hrs. después. Si el celo dura más de ocho a diez días, es mejor esperar hasta el periodo siguiente. Las yeguas con periodos de celo regularmente cortos durante todo el año, podrán ser cubiertas con buen resultado en cualquier momento (Hellemann et al, 1997).

Al comienzo de la temporada reproductiva algunas yeguas presentan intenso deseo sexual durante largo periodos de celo, pero no ovulan. Estos animales probablemente no concebirán hasta que los periodos de celo sean más cortos y regulares. Otras yeguas presentan celos apagados, con ovulación, pero sin deseo; alguno de estos animales concebirá si pueden precisarse el periodo de celo por la palpación rectal, así como por el aspecto de los genitales accesibles.

Las variaciones histológicas de los genitales equinos durante el ciclo estral son similares al tipo hallado en otros mamíferos. Sin embargo, esos cambios no son bastantes distintivos para que un frotis de líquido vaginal sea útil a fin de diagnosticar la fase del ciclo estral (Hellemann et al, 1997).

### **Algunas señales que indica la presencia de celo en la yegua**

Los síntomas observados más frecuentemente al recelar con el semental cuando la yegua está en celo son: elevación de la cola, no resistencia al semental, ofrecer la grupa al macho, adoptar postura de orina, orinar y espejeo vulvar (McDonnell, 2000).

Estos síntomas incrementan a lo largo del celo. No obstante la evidencia de estos síntomas varían enormemente según el individuo, la raza, la época del año, el hábitat, las condiciones de exploración (McDonnell, 2000).

La duración del celo de la yegua, la cantidad de parámetros a valorar y la variabilidad de estos hacen que sea necesaria una exploración metódica y un buen registro de datos para poder predecir el momento de la ovulación con la mayor fiabilidad posible (Miró y Col, 2001).

Aquí se indican algunos comportamientos durante el celo:

- Hinchazón y enrojecimiento de la vulva.
- Secreción mucosa por la vulva
- La yegua acepta al semental.
- Separa los miembros posteriores en presencia del macho.
- Aumenta la incidencia en la micción.
- Relincha con frecuencia
- Inquietud

(Miró y Col 2001)

### **Metaestro**

En esta fase se inicia la actividad progesterónica, con la formación del cuerpo lúteo. Durante ella se desarrolla la gestación si la hembra es fecundada. De no ocurrir la fecundación a esta fase le sucede un periodo de quietud sexual, el diestro (Muñoz, 2006).

### **Diestro**

Constituye una fase de reposo de las funciones estrales con franco predominio de la función luteal. Es la fase que va entre dos periodos de celo, como ya hemos mencionado en esta fase la hormona predominante es la progesterona que intentará mantener la gestación en caso de que se haya producido fecundación, y bloquear toda la actividad del ovario. La yegua rehúye al semental, baja la cola, aplana las orejas hacia atrás y durante esta fase la matriz de la yegua está completamente cerrada (Muñoz, 2006).

### **Proestro**

Se caracteriza por el inicio de la actividad folicular, al desaparecer el dominio del cuerpo lúteo. De acuerdo con la actividad hormonal ovárica que prevalezca, el ciclo se puede dividir en una fase folicular o estrogénica



(proestro y estro) y una fase progesterónica (metaestro y diestro) (Muñoz, 2006).

### **Momento de la ovulación**

Existen diversos factores, como el costo de la cubrición o de la inseminación artificial, la disponibilidad de semen, los desplazamientos, la sobreutilización de sementales o las posibles metritis poscubrición, hace recomendable disminuir al máximo el número de servicios (cubriciones o inseminaciones) debiendo producirse éstos lo más próximos posibles a la ovulación (McDonnell, 2000).

Por otro lado hay que tener en cuenta que cubriciones pos ovulación van a disminuir sensiblemente la fertilidad obtenida (Koshinen y col, 1990).

Sintomatología de celo de la yegua ante el semental, palpación uterina y ovárica transrectal o valoraciones ecográficas del aparato genital. Sin embargo, los parámetros que se valoran son sumamente variables y normalmente, ninguno de ellos por sí solo y en una única exploración, pueden predecir con fiabilidad el momento de la ovulación. Solo un 27% de celos puede predecirse la ovulación en las 12 horas siguientes en base a cambios en la forma y sensibilidad folicular (Lindenberg y col, 1992).

La ovulación se produce entre las 24 y 48 horas antes de finalizar el celo, en un modelo estadístico, las posibilidades es de hasta el 70% de ocurrencia de la ovulación en 24 horas, valorando el tamaño y la palpación folicular (Miró y Col, 2001).

La ovulación es el resultado de una serie de hechos complejos, cambios endocrinos, bioquímicos y citológicos que originaran la dehiscencia folicular y la expulsión del ovocito (Pierson, 1993).

### **Monta natural**

Antes de realizar el servicio se debe preparar tanto al macho como la hembra de la siguiente manera:

Primero se debe vendar la cola de la yegua o en su defecto, se puede utilizar guante de palpación para cubrir la cola en su totalidad y fijar el guante con cinta adherible al maslo de la cola. Posteriormente se debe lavar la región perineal con jabón neutro y agua tibia, al final hay que secar perfectamente el área porque el agua puede tener efectos adversos sobre la fertilidad.

El semental al igual que la yegua, se prepara lavando con agua tibia el pene, en presencia de la yegua para estimular que lo exteriorice, después de lavado se debe secar perfectamente.

Una vez preparados se puede utilizar algunos métodos de contención física en la hembra, por ejemplo, el arcial en yegua agresiva que dificulte el manejo; levantar un miembro anterior; utilizar brazaletes que fijen los miembros posteriores al cuello de la yegua para no lastimar al semental (Romero, 2009).

El macho se acerca a la hembra de forma gravosa, con el cuello arqueado y la cola levantada; escarba y relincha (Tischner, 1996).

Romero menciona que en los días previos al estro, el semental muestra interés por la yegua, presentando un comportamiento agresivo, a lo que la yegua puede mostrar una combinación de patadas, postura amenazadora, mordisqueo y chillidos y siempre con la cola replegada contra el periné.

Si este comportamiento de la hembra continua el garañón se aleja. Cuando la yegua está en celo, en un inicio la interacción que procede a la cúpula suele ser mediante agresiva, para irse temperando poco a poco y convertirse en un tranquila y calmada interacción precopulatoria. En el cortejo se pone de manifiesto componentes de la libido tales como:

- El reflejo de flehmen.
- Resoplidos.
- Embestir y golpear los cuartos traseros de la hembra y continuar hacia el cuello.
- Vinculación y aproximación de ambos.
- Falsas montas que proceden a la verdadera.

El comportamiento del macho incluye: olfatear, hociquear, lamer y mordisquear la cabeza, la cruz, región axilar, zona gástrica, flanco, zona inguinal y perineal. El contacto oronasal con la orina, heces o flujos vaginales es seguido del reflejo de flehmen. Durante la fase se observa la erección gradual del pene que se complementa antes de la monta (Romero, 2009).

### **Inseminación artificial**

Si bien existen referencias anecdóticas, los antecedentes históricos de la IA (inseminación artificial) antes del siglo XVII resultan confusos y poco confiables. El primer reporte de un nacimiento producto de IA es atribuido al monje italiano Lázaro Spallanzani, quien en 1779, logro a través de una inseminación instrumental, fecundar a una perra y obtener una camada de cachorros. Pero no

fue hasta comienzos de este siglo que la IA comenzó a considerarse como una técnica de gran proyección en la producción animal (Pinochet, 2008).

Hay varias razones que explican este fenómeno. Una de ellas ha sido la actitud conservadora de muchos criadores, quizás influenciados por la política de una de las razas más difundida y económicamente importante en el mundo, la Sangre Pura de Carrera (SPC), que no permite hasta hoy, el uso de la IA y TE (transferencia de embriones) (Hellemann, 1995).

Es en la década de los 80, con la aparición y rápida incorporación a los sistemas productivos de la ultrasonografía y la transferencia de embriones donde la IA tiene realmente un crecimiento expansivo con el importante respaldo de los criadores de caballos deportivos es especial trotadores, de salto y polo (Hellemann, 1995).

Los índices de preñez con cualquier de los sistemas de IA utilizados (semen fresco, refrigerado o congelado) se han incrementado recientemente lo suficiente como para dar márgenes de confiabilidad comercialmente aceptables. Esta técnica registra actualmente un crecimiento expansivo a nivel internacional, con cientos de miles de yeguas inseminadas cada año (Pinochet, 2008).

### **Técnica de inseminación artificial**

La tecnología general de la inseminación artificial es las hembras equinas constituyen una sencilla operación en relación con otras especies domésticas. La operación se realiza por la vía vaginal y la deposición del semen se practica en el útero (Cíntora, 2005).

Para ello el operador introduce la mano enguantada en la vagina localizando el conducto cervical. Luego se introduce el catéter plástico que orientado y llevado entre los dedos del operador pasa a través del canal cervical, mientras que con los dedos se dilata el canal, dando así paso entre ellos, con facilidad, el catéter. La inyección de esperma impulsada por la jeringa se lleva a cabo con toda facilidad (Cíntora, 2006).

La inyección del esperma en el útero debe hacerse con cierta violencia para que quede situado en el mismo lo más profundo posible. Una vez retirado el catéter del conducto cervical, se tomara este con los dedos para comprimirlo e imprimirle movimiento de sacudida hacia arriba, para favorecer la proyección del eyaculado hacia el fondo de los cuernos uterinos (Cíntora, 2005).

---

## **Fisiología y endocrinología de la gestación**

### **Fertilización**

La gestación de la yegua tiene una duración de 335 a 341 días y se inicia en el momento de la fertilización, la cual es la unión del óvulo con el espermatozoide para formar la primera célula del nuevo individuo (óvulo fertilizado o cigoto). Sin embargo, como el estro termina poco después de producirse la ovulación (24 a 28 horas después), lo más probable es que la fertilización se haya originado en el último servicio recibido por el animal, por lo que para fines prácticos se considera el día del último servicio como la fecha de inicio de la gestación (Sharp et. At., 1993).

En la yegua existen unos pliegues longitudinales a nivel de la unión entre el útero y el oviducto, estos pliegues se edematizan y se hacen más prominentes durante el estro, y se ha propuesto que constituye un sitio de almacenamiento de espermatozoides capacitados para mantener una población relativamente constante de espermatozoides variables en el sitio de la fertilización (Hafez, 2000).

El óvulo reanuda la meiosis, la cual se ha mantenido suspendida en la etapa de profase I de la división meiótica cuando comienza a madurar la foliculogénesis.

El óvulo está en la metafase II de la segunda división meiótica cuando ocurre la ovulación, sin embargo, los óvulos de yegua se encuentran sólo en su primera división meiótica en el momento de la ovulación. Al producirse la ovulación el ovocito secundario (ahora llamado óvulo) es recogido por la fimbria del oviducto e inicia su jornada hacia el ámpula, sitio donde ocurre la fertilización (Stewart y Maher, 1996).

### **Segmentación**

Después de la etapa de cigoto, el embrión experimenta varias divisiones celulares, el cigoto desciende lentamente por el oviducto, para entrar al útero alrededor del día 6 de la gestación; experimenta divisiones celulares sin aumentar de masa celular. A este proceso se le denomina segmentación. La primera división del cigoto ocurre alrededor de 24 horas después de la fertilización (Swenson y Reace, 1999).

Durante las primeras divisiones celulares el genoma del embrión aún no se expresa y la síntesis de proteína se lleva a cabo a partir de RNA mensajero de larga duración de origen materno, contenido en el citoplasma del ovocito desde antes de la ovulación (Stewart y Maher, 1996).

### **Blastulación**

El blastocito está formado por dos tipos celulares, el trofoblasto y la masa celular interna, el trofoblasto está constituido por células de origen ectodérmico que recubre toda la superficie del embrión; con el tiempo el trofoblasto se convertirá en el corion, que es la estructura placentaria que establece contacto directo en tejido uterino (Sharp, 1993).

Por su parte, las células de la masa celular interna se agrupan es uno de los polos del blastocito y darán origen a todos los tejidos embrionarios. En el momento en que se inicia la formación del blastocito el embrión tiene un diámetro aproximadamente de 0.2 mm (Real, 2000).

A partir de la formación del blastocito comienza una expansión relativamente rápida que resulta del adelgazamiento de la zona pelúcida, lo que eventualmente resulta en su ruptura y posterior eliminación. Sin embargo, el embrión equino no queda desnudo al salir de la zona pelúcida, ya que durante la formación del blastocito se deposita entre el trofoblasto y la zona pelúcida a una cápsula de material glicoprotéico que permanecerá rodeado al embrión hasta 25 o 26 de la gestación, por lo que puede cumplir una función de protección ante las contracciones uterinas que se producen durante las primeras semanas de gestación, y que son necesarias para la movilidad y la orientación del embrión (Sharp, 1993).

### **Migración intrauterina y espaciado**

El contacto celular es esencial para el intercambio de nutrientes y la fijación de la placenta. A demás, inicialmente el embrión debe cubrir gran parte del endometrio materno para regular la liberación de prostaglandina F<sub>2α</sub> y prevenir con ello la luteólisis. La migración intrauterina y el espaciado parecen estar modulados por contracciones peristálticas del miometrio estimulado por el embrión en desarrollo. La producción de histamina, estrógeno y prostaglandinas por el embrión sirve para estimular la actividad local del miometrio para mover el embrión (Squires, 2006).

El embrión de la yegua probablemente demuestra forma más espectacular de migración intrauterina de cualquiera de las especies; después de la liberación del blastocito de la zona pelúcida, el embrión equino es rodeado por una cápsula acelular que se forma entre el trofoblasto y la zona pelúcida cuando el embrión entra al útero al quinto día.

El origen de la cápsula parece venir de las secreciones uterinas, la cápsula permanecerá por varias semanas y desempeñar un papel de protección del

embrión. La migración trans-uterina se puede realizar de la 10 a 13 veces por día entre los días 10 a 16 de la gestación (Arthur, 1991). La migración de la vesícula de ida y vuelta entre los cuernos uterinos es esencial para inhibir la luteólisis en la yegua; el aumento en la vesícula, tono uterino y engrosamiento de la pared uterina inducido por la producción de la vesícula dentro de la luz uterina al día 16 de la gestación. La orientación correcta del embrión resulta de las diferentes regionales en el grosor del corión, mientras la capa mesodérmica migra hacia abajo entre el trofoectodermo y el endodermo (Hafez, 2000).

### **Formación del saco vitelino**

Alrededor del día 11 de la gestación la superficie interna del blastocelo es recubierta internamente por una capa de células de origen endodérmico que forma el saco vitelino, con lo que el blastocito adquiere una estructura bilaminar constituida internamente por el ectodérmico. Se puede considerar al saco vitelino como una evaginación del intestino primitivo, por lo que la luz del saco vitelino se continúa directamente con la luz del intestino primitivo. De esta manera, cualquier sustancia que sea absorbida desde el útero hacia el saco vitelino a través del trofoblasto quedará disponible al aparato digestivo en formación del embrión. A partir del día 14 de gestación, se comienza a producir una invasión de tejido mesodérmico a partir del disco embrionario; este tejido mesodérmico se infiltra entre el saco vitelino y el trofoblasto, formando una tercera capa histológica (Real, 2000).

A partir del mesodermo se originan vasos sanguíneos que conecta al saco vitelino con el embrión propiamente dicho estableciéndose de esta manera un sistema eficiente para el transporte hacia el embrión de los nutrientes que el saco vitelino obtiene a partir de los fluidos uterinos (Real, 2000).

### **Reconocimiento materno de la gestación**

Durante los 14 días de gestación la endocrinología reproductiva de la gestación de la yegua es muy parecida a la de la yegua que se encuentra en la misma etapa de diestro, sin embargo, para que la gestación pueda mantenerse más allá de ese momento se requiere bloquear la regresión del cuerpo lúteo, que en el animal no gestante es destruido en el día 15 o 16 post-ovulación. Para ello es necesario evitar la secreción luteolítica de prostaglandina F<sub>2α</sub> por parte del útero (Sharp, 1993).

Para que se lleve a cabo el reconocimiento materno de la gestación es necesario que el embrión indique su presencia a la madre mediante señales químicas las que deben ponerse en contacto con toda la superficie del endometrio

para bloquear en forma efectiva la secreción uterina de prostaglandinas F2 $\alpha$ ; en otras especies esto se logra durante una dramática expansión del blastocito que permite que este llene todo el espacio disponible dentro del útero, con lo que la substancia antiluteolítica producida por el embrión actúa simultáneamente con todo el endometrio. Sin embargo, el embrión equino no sufre una marcada expansión, y el momento en que debe producirse el reconocimiento de gestación la vesícula embrionaria apenas tiene 9 o 10 milímetros de diámetro, por lo que es imposible que recubra la superficie del endometrio (Real, 2000).

Por lo cual la estrategia del embrión equino consiste en una movilidad continua a lo largo de ambos cuernos uterinos; hasta el día 16 de la gestación el embrión se desplaza continuamente, pasando con facilidad de un cuerno uterino a otro. Entre el día 8 y 20 de gestación, el embrión equino produce y secreta estrógenos incluyendo estradiol y estrona, también produce algunas proteínas secretorias importantes, incluyendo grupos de varias isoeléctricas con pesos moleculares de 22 000, 30 000 a 40 000 y 65 000 Dalton. Lo que si se conoce es que el equino la substancia involucrada en el reconocimiento de la gestación no son los estrógenos utilizados por el embrión porcino, ni proteínas de la familia de los interferones como las utilizadas por los embriones de los rumiantes para evitar la luteólisis (Sharp, 1993).

### **Fijación y orientación del embrión**

En este momento es necesario que el embrión se inmovilice y se fije en un sitio específico del útero para prepararse a la implantación. Esta fijación ocurre en el día 15 o 16 de la gestación y es favorecida por el aumento del diámetro del embrión y por un incremento del tono uterino que provoca una mayor resistencia al movimiento.

La fijación puede ocurrir en cualquiera de los cuernos uterinos, independientemente del lado en que se haya producido la ovulación; cuando la gestación se inició poco tiempo después del parto la fijación generalmente ocurre en el cuerno que no estuvo gestante previamente. Esto probablemente se debe a que el cuerno no gestante tiene un diámetro menor durante el puerperio, lo que facilita la inmovilización del embrión de ése lado. Generalmente el embrión se fija en la porción caudal del cuerno uterino, cerca de la bifurcación útero-cornual; esto probablemente se deba que la curvatura de dicha región es un obstáculo adicional para la movilidad embrionaria.

En gestaciones gemelares las vesículas tiende a fijarse en un solo cuerno uterino, lo que puede deberse a que la primera vesícula que se fije se convierte en un obstáculo al paso de la otra. Ante de la fijación la vesícula embrionaria es

turgente y al ultrasonido generalmente se ve como una esfera casi perfecta; después de la fijación la vesícula pierde turgencia, por lo que puede adquirir un aspecto irregular o triangula (Muñoz, 2006).

### **Gestación**

La gestación comprende el tiempo durante el cual el nuevo individuo (feto) alcanza el desarrollo suficiente para que pueda vivir como un ser independiente, si bien no alcanza su total independencia hasta tanto no es detectado, algunas semanas o meses de nacido (Rossdale, 1991)

La preñez en la yegua dura de 340 a 345 días, más o menos 15 días, y es importante recordar la fecha para poder establecer el diagnostico (Romero, 2009).

### **La placenta**

El órgano que permite el intercambio entre la madre y el feto es la placenta, que se haya fijada en el útero y se relaciona con el feto en desarrollo mediante el cordón umbilical. El cordón umbilical contiene vasos sanguíneos por los que circula tanto la sangre que va al feto como la procedente del mismo. En la placenta, la sangre que circula en el feto penetra en íntimo contacto con la sangre que circula por los vasos de la pared del útero de la madre, si bien ambas sangres nunca se mezclan (Rossdale, 1991).

La placenta desempeña en el feto las funciones que en los animales vivos durante su periodo posnatal conocemos con las denominaciones de alimentación, respiración, micción y defecación (Rossdale, 1991).

Este mismo autor dice que el feto está protegido, además por la pared del útero y por los órganos que rodean al útero que se encuentran en el interior del abdomen de la madre. Los microorganismos no pueden llegar hasta el organismo del feto a no ser que atraviesen la placenta, de forma que este órgano es una barrera natural que solo en raras ocasiones es atravesada.

### **Membranas y líquidos fetales**

Las membranas fetales son la placenta y el amnios. La placenta está formada por las membranas corionica y alantoidea que se unen entre sí en las primeras etapas de desarrollo embrionario. El alantocorion rodea completamente al embrión y encierra un líquido (líquido alantoideo) que no está en contacto con el embrión propiamente dicho por que este está envuelto por el amnios. Esta membrana fina y brillante, envuelve al potro durante la gestación y no se rompe



hasta la última fase de gestación. El amnios contiene el líquido amniótico que baña al potro sin que le moleste ni le perjudique.

### **Condón umbilical**

Representa el nexo de unión entre el potro en fase de desarrollo y el órgano indispensable que le nutre. Incluye dos grandes arterias y una vena. Las arterias derivan de la aorta del feto, que es la principal arteria del corazón que lleva la sangre a la parte posterior del organismo. La circulación se completa gracias a las venas de la placenta, la cuales se unen entre sí para formar la gran vena del cordón umbilical. El cordón umbilical también incluye el uraco, conducto que se pone en comunicación la vejiga urinaria del feto con la cavidad alantoidea.

### **Líquido alantoideo**

Este líquido de color pardo-amarillento se acumula en cantidad cada vez mayor a lo largo de la gestación. Este líquido procede de la placenta de la orina eliminada por el feto a través del uraco. En el momento del parto, este líquido se derrama al romper la placenta cuando la yegua rompe en aguas.

### **El amnios**

Es una membrana de color blanca y aspecto brillante que se observa por primera vez rodeando el potro en el momento del parto. Es una membrana fina y transparente surcada por una red de vasos sanguíneos constituyen un manto protector alrededor del feto que se evita su contacto con el líquido alantoideo y también, en el momento del parto, actúa como medio que disminuye la fricción entre el feto y el canal del parto.

### **Líquido amniótico**

Es un líquido transparente de color pajizo y ligeramente viscoso que contiene células de descamación de la piel del potro. Es producido en parte por los vasos sanguíneos del amnios y otra parte la constituye las excreciones de los orificios corporales, es decir, la boca y el tracto urinario. Tiene una composición ideal para bañar la vías respiratorias, de la cabeza y del cuello, los ojos y la piel (Rossdale, 1991).

### **Hormonas de la gestación**

La progesterona es la principal de las hormonas que interviene en la preparación del útero para acoger al huevo fecundado, así como en el mantenimiento de la unión entre la placenta y la pared del útero.

Sin embargo, existen pruebas que indican que si bien la progesterona es indispensable en el mantenimiento de la preñez, existen, además, otras hormonas (como por ejemplo el estrógeno, las prostaglandinas y la prolactina) que tienen la misma actividad que la progesterona o que la potencializan. En la placenta materna, las hormonas controlan, el estado de la mucosa uterina, el volumen de la sangre que riega la superficie del útero, la sensibilidad de la musculatura uterina para contraerse cuando es estimulada y la capacidad de la dilatación del útero para adaptarlo al creciente volumen del feto en desarrollo, manteniendo al mismo tiempo hermético cerrado el cuello uterino (Rossdale, 19919).

### **Diagnóstico de gestación**

El diagnóstico de gestación es necesario durante la temporada de monta como auxiliar del manejo.

Este diagnóstico se puede llevar a cabo manualmente o con ayuda de un ultrasonido en este ultimo de 19 a 21 días después de la última monta. Uno de los principales objetivos del diagnóstico temprano de la gestación es el identificar lo antes posible, las yeguas que no lograr concebir, lo que permite tomar medidas apropiadas para intentar lograr la gestación lo más rápido posible (Ginther, 1992).

La ultrasonografía nos sirve para determinar desde los 9 días gestación temprana, para ello se debe utilizar un aparato con transductor lineal de 5 o 7.5 MHz sin embargo, lo más usual es examinar a la yegua al día 17 y 20 (Gunter, 1986).

Al llegar con el transductor al útero se debe buscar una vesícula esférica pequeña, la cual tiene un diámetro de 3 a 5 mm. Desde el día 10 hasta el día 15 de la gestación la vesícula embrionaria se observa como una esfera oscura uniforme con aérea brillante eco génicas en los polos dorsales y ventrales, los cuales son llamados reflejos especulares (Arthur, 1991).

A partir del día 21 el embrión emerge de la parte inferior de la vesícula embrionaria y por debajo de este surge la membrana alantoidea, además se puede observar una línea eco génica que separa las membranas vitelinas y alantoidea (Ginther, 1986).

## Ultrasonografía

### Antecedentes

La tecnología del ultrasonido nace en 1880 con el desarrollo de los efectos piezoeléctricos. Luego fue aplicada en forma de SONAR (Sound Navigation and Ranging) durante la segunda guerra mundial para la detección de barcos, submarinos y aviones de guerra. La emisión de las ondas de ultrasonido se obtiene por medio de cristales que son sometidos a una corriente eléctrica logrando que vibren, la recepción de estas ondas se logra cuando retornan de nuevo a los cristales al chocar con los tejidos. Estos cristales están contenidos en dispositivos llamados transductores o sondas ecográficas conectadas a un monitor (Perkins 2000).

Desde 1950, la ecografía, ultrasonografía o scanning está siendo utilizada por muchos veterinarios en ganadería, posteriormente se comenzó a aplicar en otras especies en el diagnóstico clínico, reproductivo e investigación (Palmer y Driancourt 1980).

En 1984, se comenzó a utilizar en yeguas, y más tarde en vacas, utilizando en ambas la vía transrectal, como una herramienta importante en el manejo, diagnóstico y tratamiento de los procesos reproductivos (Pierson y Ginther 1984).

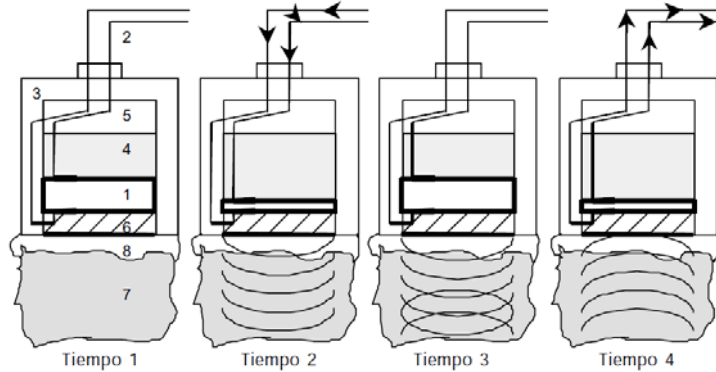
### Funcionamiento básico

La ultrasonografía se basa en la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia producidas por la estimulación de cristales piezoeléctricos localizados dentro del transductor.

Efecto piezoeléctrico: La aplicación de una corriente de alto voltaje en la cara posterior de algunos cristales (naturales o producidos artificialmente (zirconato-titanato de plomo (PZT)) hace que se deformen produciendo una vibración. La magnitud de ésta deformación, y por lo tanto de la frecuencia de vibración, es proporcional al voltaje aplicado y se traduce como la fuerza de la onda ultrasónica. A todos los cristales no se les aplica el voltaje al mismo tiempo, sino por segmentos lineales, para mejorar la calidad de la onda (Goddard 2000, Kahn 1990). Las ondas ultrasónicas, al regresar de su paso por los tejidos, chocan con la cara anterior de los cristales y de nuevo los deforman, transformando ésta energía mecánica en una señal eléctrica (voltaje) proporcional a la intensidad (o fuerza) del eco reflejado (Goddard 2000).

Efecto Piezoeléctrico. 1) Cristal, 2) Conexión eléctrica, 3) Carcasa, 4) Material amortiguaste, 5) Material trasero, 6) Material conductor, 7) Tejido, 8) Gel conductor. Tiempo 1: Estado de reposo, Tiempo 2: Voltaje eléctrico que comprime

el cristal logrando el envío de ondas, Tiempo 3: Ondas viajando a través del tejido y produciendo ecos, Tiempo 4: Retorno de los ecos comprimen el cristal y se convierten en voltaje (Adaptado de Ginther, 1995).



**Ilustración 3.-** Efecto piezoeléctrico (Ginther, 1995).

En los líquidos no se reflejan las ondas sonoras y se dice que son anecogénicos; por ello la imagen del antro del folículo aparece negra en la pantalla (anecogénico). En contraposición, los tejidos densos reflejan muchas de las ondas y aparecen blancos en la pantalla dichos tejidos se conocen como ecogénicos (Córdoba, 2003).

### Técnica de ultrasonografía

Las precauciones para llevar a cabo la ecografía son los mismos que para la palpación rectal. Por muy mínimas que seas estas recomendaciones reducen en gran medida el riesgo de dañar al equino y al médico. Cuando se examina el tracto reproductivo de la yegua a través de la ecografía transrectal. Los pasos son los siguientes:

1. Se le elimina todo el estiércol del recto tratando que el guante este bien lubricado se debe tener cuidado para evitar la entrada de aire por el recto durante la salida del estiércol ya que el aire afecta la transmisión de las ondas del ultrasonido.
2. Los órganos genitales internos se palpan en su totalidad de manera sistémica.
3. La palpación rectal es seguida del examen ecográfico con el transductor protegido por la mano del examinador esto para evitar una lesión en el recto.
4. El transductor debe estar bien lubricado y debe tener un buen contacto con la pared rectal entre el tejido de interés y el transductor.

5. Si la yegua se resiste en exceso al examen, este se debe interrumpir y se puede tranquilizar a la yegua con un método químico, o infusiones de lidocaína transrectal o anestesia epidural antes de continuar.
6. El examen se debe llevar lo más pronto posible para evitar pneumorecto ya que esto incrementa los riesgos de una ruptura.

Para el examen con ultrasonido por vía rectal se prefiere avanzar con el transductor sobre el cuello uterino y el cuerpo del útero hasta donde se visualiza la bifurcación del útero. El transductor se mueve lentamente hasta la punta de uno de los cuernos estos con cuidado y despacio para asegurar la imagen de este. A medida que el transductor va más allá de la punta del cuerno uterino los ovarios pueden ser revidados en su totalidad. Después se lleva el transductor al otro cuerno pasando la bifurcación hasta que llega al ovario.

De esta forma se garantiza que el aparato reproductor está bien revisado y se puede detectar preñez única o gemelar, las condiciones del útero y si existe alguna patología.

Los ovarios de la yegua son fáciles de ver en el examen transrectal con ultrasonidos, el tejido conectivo del estroma, es de manera uniforme ecogénico (blanco). Los folículos están llenos de líquido por lo tanto se presentan en forma irregular o circular anecogenico (negro), así se ven la imágenes en el ultrasonido (Brinsco, 2011).

**Determinación de edad fetal manual**

Para facilitar el cálculo de la edad gestacional se puede considerar los siguientes parámetros para el tamaño del abultamiento provocado por la presencia del embrión:

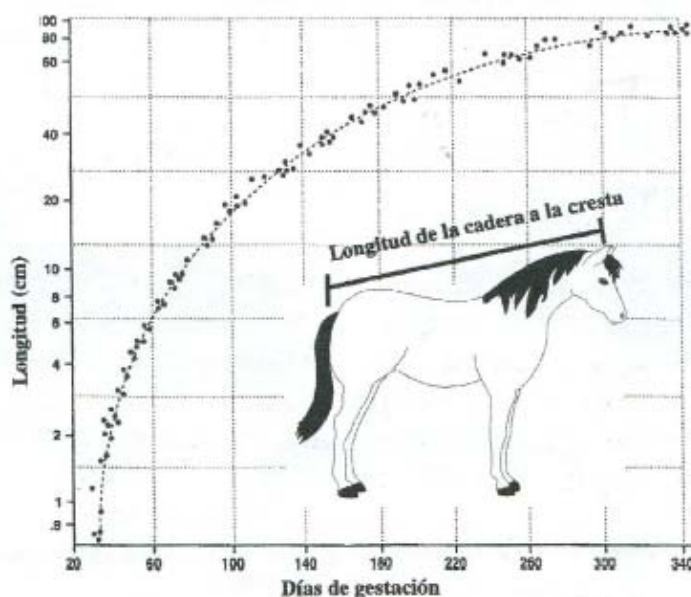
| DIA | HUEVO | LIMON | NARANJA | TORONJA | MELON | SANDIA |
|-----|-------|-------|---------|---------|-------|--------|
| 28  | X     |       |         |         |       |        |
| 35  |       | X     |         |         |       |        |
| 42  |       |       | X       |         |       |        |
| 50  |       |       |         | X       |       |        |
| 60  |       |       |         |         | X     |        |
| 90  |       |       |         |         |       | X      |

**Ilustración 4.-** Parámetros de tamaño de abultamiento por el embrión en días de gestación (Zarco y Boeta, 2000).

Además se puede considerar los siguientes criterios auxiliares: a los 90 días es difícil delinear el margen craneal del útero. A los 100-120 días el feto puede palpase y sentirse el “peloteo”, siendo el tamaño un factor importante para

determinar la edad de la gestación. Después del día 120 es posible palpar la cabeza, tronco y extremidades del feto (zarco y Boeta, 2000).

Se muestra la relación entre la edad de la gestación en día y la longitud del feto (desde la cresta nugal hasta la cadera). Esta grafica se puede utilizar para calcular en forma aproximadamente la fecha de concepción. La longitud del feto se puede calcular por palpación rectal o para lograr mayor precisión, ser medida por medio de ultrasonografía. En este último caso, a partir de los 50 días de gestación deberá utilizarse un transductor de 3 MHz para que la imagen pueda abarcar toda el área a medir (Zarco y Boeta, 2000)



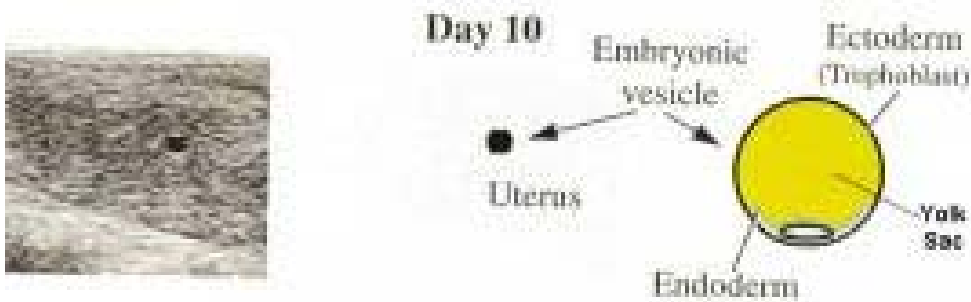
**Ilustración 5.-** Grafica para calcular días de gestación en relación con la longitud de la cadera a la cresta (Zarco y Boeta, 2000).

### Ultrasonografía diagnóstico de gestación

La gestación se puede determinar desde los 9 días, para ellos se debe utilizar un aparato con transductor lineal de 5 o 7.5 MHz, sin embargo, lo más usual es examinar a la yegua entre el día 17 y 20. El hacerlo en dicho momento permite que la yegua que no quedógestantemuestre el estro correspondiente al siguiente ciclo, lo que evita realizarles el ultrasonido. Por otro lado, cuando una yegua se encuentre vacía en esos días es posible que se encuentre en estro o cerca del mismo, por lo que se puede aprovechar el examen para verificar el tamaño folicular. A las yeguas con historia de gestaciones gemelares se les debe realizar el diagnóstico un poco más antes, entre el día 12 y 15. Esto facilita la reducción manual (destrucción de uno de los embriones) en caso de encontrar

gemelos, ya que las vesículas embrionarias aún no se han fijado, lo que permite asegurarse que estén separadas una de la otra al momento de realizar la presión (Zarco y Boeta, 2000).

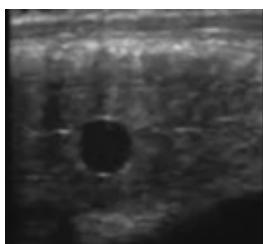
A los 9 u 11 días se debe buscar una vesícula esférica pequeña, la cual tiene un diámetro de 3 a 5 mm para lo cual hay que mover el traductor lentamente para que la vesícula no pase desapercibida por el observador a través de la imagen. Es necesario recordar que en esta etapa la vesícula está libre en el lumen uterino y tiene gran movilidad, por lo cual hay que recorrer con el traductor desde la parte craneal del cérvix hasta el extremo superior de cada cuerno uterino. Debido a la alta movilidad del embrión, es probable que después de un momento ya no sea posible encontrar la vesícula en el mismo sitio, pudiendo encontrarse en otra área del mismo cuerno o inclusive en el cuerno opuesto (Zarco y Boeta, 2000).



**Ilustración 6.-** 10 días de gestación, por ultrasonido y representación (Virginia B., 2006).

La vesícula embrionaria equina se puede detectar con fiabilidad en el día 11, cuando se ha desarrollado suficiente. Pero no es recomendable ya que es posible perder el embrión, si las condiciones de escaneo no son los ideales y la fecha de la ovulación no se conoce con precisión. Si había una ovulación uno o dos días después de la primera ovulación, cualquier gestación que surja de esta ovulación después sería demasiado pequeña para ser detectado.

Tenga en cuenta la forma esférica y aumentar de tamaño durante el día 11 de gestación. La vesícula embrionaria crece a un ritmo de aproximadamente 3,5 mm / día en esta etapa temprana de gestación.

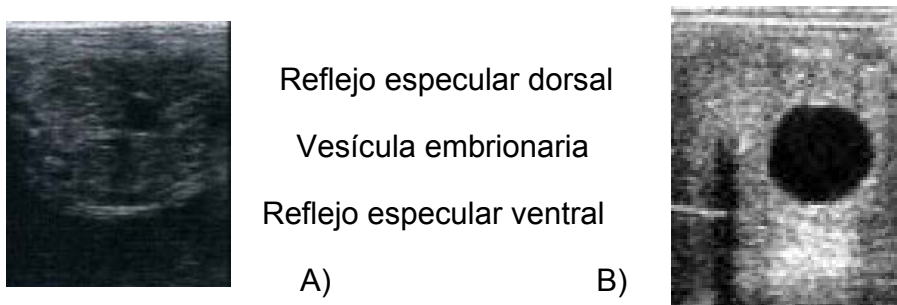


Vesícula embrionaria

**Ilustración 7.-** gestación de 11 días (ultrasonido).

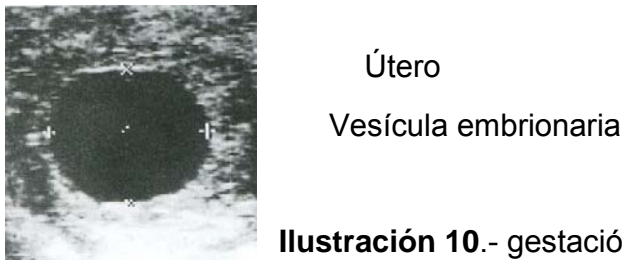


Desde los días 10 hasta el día 16 de la gestación la vesícula embrionaria se observa como una esfera oscura uniforme con área brillante ecogénicas en los polos dorsales y ventrales, los cuales son llamados reflejos especulares. El área ecogénica del polo dorsal de la vesícula ayuda a la localización del saco vitelino temprano (Zarco y Boeta, 2000).

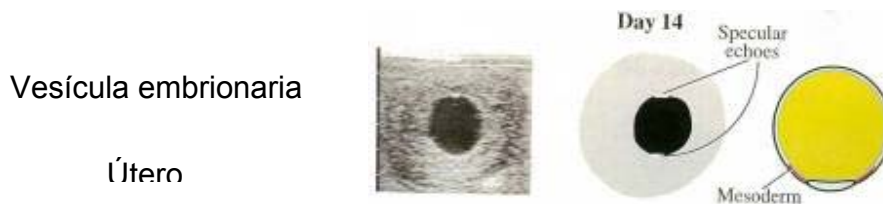


A).-Ilustración 8.- gestación de 12 días U.S. (Virginia B., 2006).

B).-Ilustración 9.- gestación de 14 días U.S.



El día 14 de gestación es de 13 a 18 mm de tamaño y se encuentra en el centro del cuerpo uterino.

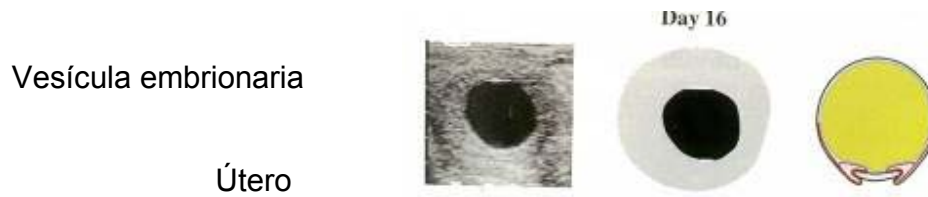


**Ilustración 11.-** Gestación de 14 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

A los 15 días la detección de gestación por ultrasonido es eficaz hasta en un 99% siendo el diámetro de la vesícula de 17 a 22mm.

A partir del día 15 o 16 ocurre la fijación de la vesícula, por lo que ya no es posible detectar su movimiento. Esto ocurre generalmente en uno de los cuernos cerca de la bifurcación uterina debido al incremento en el tono uterino y engrosamiento de la pared uterina. La vesícula es esférica hasta antes de que se fije a uno de los cuernos (Zarco y Boeta, 2000).





**Ilustración 12.-** Gestación de 16 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).



Útero

Vesícula embrionaria

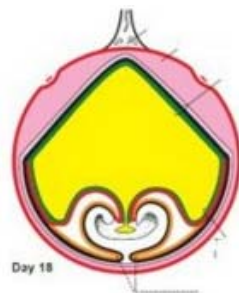
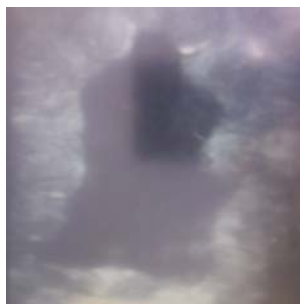
**Ilustración 13.-** Gestación de 16 días U.S. (Muñoz, 2006).

En el día 17 su forma regular está empezando a deteriorarse, toman forma de bordes "irregulares" que ahora se ven en la gestación de 17 días en comparación con los 16 días. Esto es perfectamente normal y no suele ser una indicación de un problema.



**Ilustración 14.-** Gestación de 17 días U.S.

En el día 18 de la gestación la vesícula embrionaria empieza a expandirse y a perder su forma esférica para adoptar una forma irregular, la cual tiende a ser triangular. Dicho cambio de la vesícula embrionaria se debe a que se hipertrofia la pared uterina dorsal (Zarco y Boeta, 2000).



**Ilustración 15.-** gestación de 18 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

Entre los días 20 y 25 la vesícula permanecerá en forma irregular y es posible observar al embrión dentro de la vesícula, generalmente en posición ventral (Zarco y Boeta, 2000).

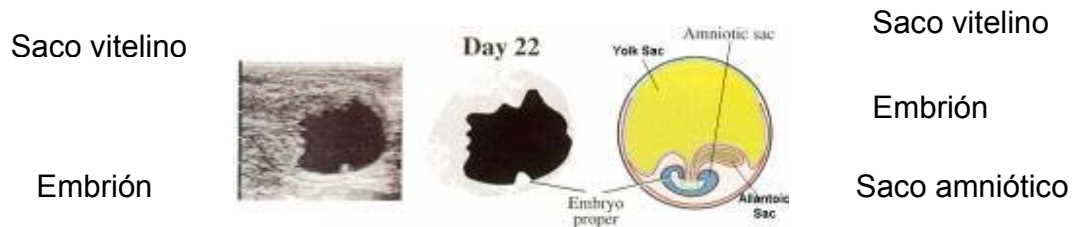
A partir del día 21 el embrión emerge de la parte inferior de la vesícula embrionaria y por debajo de este surge la membrana alantoidea, además se puede observar una línea ecogénica que separa a las membranas vitelina (arriba del embrión) y alantoidea (abajo del embrión) (Zarco y Boeta, 2000).



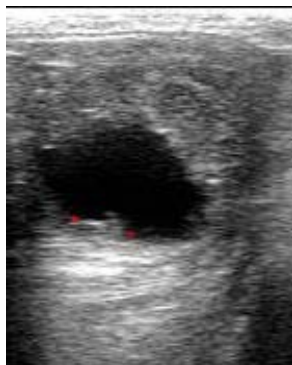
**Ilustración 16.-** Gestación de 21 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

Desde el día 22 o 23 es posible detectar el latido cardiaco, el cual debe verificar siempre para asegurarse que el embrión éste vivo (Zarco y Boeta, 2000).

Por día 22 la masa embrionaria es de 4 a 5 mm de tamaño, aunque para la vesícula no es típicamente una meseta en tasa de crecimiento entre los días 18 a 26.



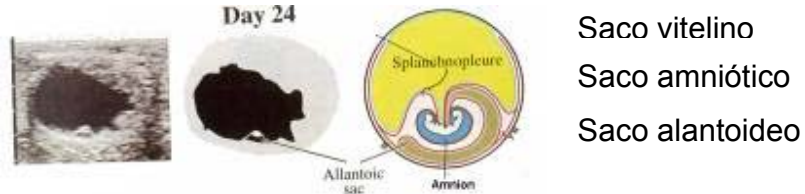
**Ilustración 17.-** Gestación de 22 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).



Saco vitelino  
Embrión (entre puntos rojos)

**Ilustración 18.-** gestación de 23 días U.S. (Muñoz,2006).

Al día 24 de la gestación, el embrión es de aproximadamente 6 mm de longitud. El latido del corazón puede ser detectado normalmente como un movimiento oscilante en el centro del embrión ecoico alrededor de esta etapa de gestación.



Saco vitelino  
 Saco amniótico  
 Saco alantoideo

**Ilustración 19.-** Gestación de 24 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

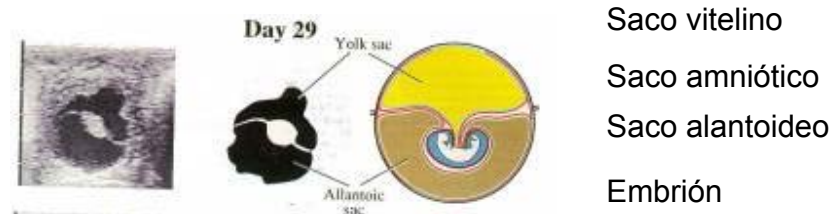


**Ilustración 20.-** Gestación de 24 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000).

Entre el día 25 y 33 de la gestación se puede observar una línea ecogénica (blanca) cinturón corionico que separa horizontalmente a la vesícula embrionaria. Siendo al día 30 a la mitad de la vesícula embrionaria esta línea está formada por las membranas que separan el saco alantoideo del saco vitelino, y el embrión se observa en la parte media de dicha separación. Inicialmente (día 22), el cinturón corionico se encuentra cerca del polo ventral de la vesícula embrionaria, subiendo gradualmente para llegar al polo superior en el día 39 (Zarco y Boeta, 2000).



**Ilustración 21.-** Gestación de 28 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000).



Saco vitelino  
 Saco amniótico  
 Saco alantoideo  
 Embrión

**Ilustración 22.-** Gestación de 29 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

Al día 33 el embrión por lo general en la parte dorsal de la vesícula a menudo en una posición de "dos". El embrión es de aproximadamente 14 mm de longitud. El volumen de la alantoides excede en gran medida de que el saco vitelino. El objetivo de este examen es para confirmar que un solo embrión se está desarrollando normalmente. Si hay fracaso del desarrollo normal o si se detectan los gemelos, por lo general es posible interrumpir la gestación. Pero las capas endometriales pueden haber desarrollado e incluso si la gestación se interrumpe, la producción de eCG puede continuar por un tiempo variable, a veces evitando ciclos estrales normales durante el resto de la temporada.

Útero



Saco vitelino  
Saco amniótico  
Saco alantoideo

Ilustración 23.- Gestación de 33 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

Cinturón corionico



Embrión

Saco vitelino

Saco alantoideo

Ilustración 24.- Gestación de 36 días U.S. (Zarco y Boeta, 2000).

En el día 40 el alantoides llega a ponerse en contacto con el córion en el polo superior, quedando el saco vitelino como un vestigio. Debido a esto ya no se detecta una separación en la vesícula embrionaria (Zarco y Boeta, 2000). El embrión es de aproximadamente 17 mm de longitud.

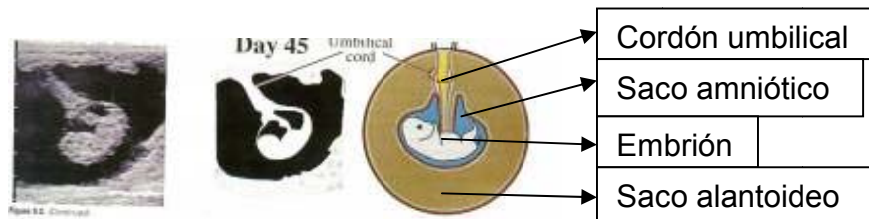


Saco vitelino  
Saco amniótico  
Embrión  
Saco alantoideo

Ilustración 25.- Gestación de 40 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

El cordón umbilical surge del polo dorsal del córion y comienza a alargarse a partir del día 40, por lo que el embrión, que se encuentra en cúbito dorsal, va cayendo hacia la parte inferior de la vesícula, manteniéndose suspendido del polo dorsal por el cordón umbilical, el cual se observa como una línea ecogénica vertical (Zarco y Boeta, 2000).

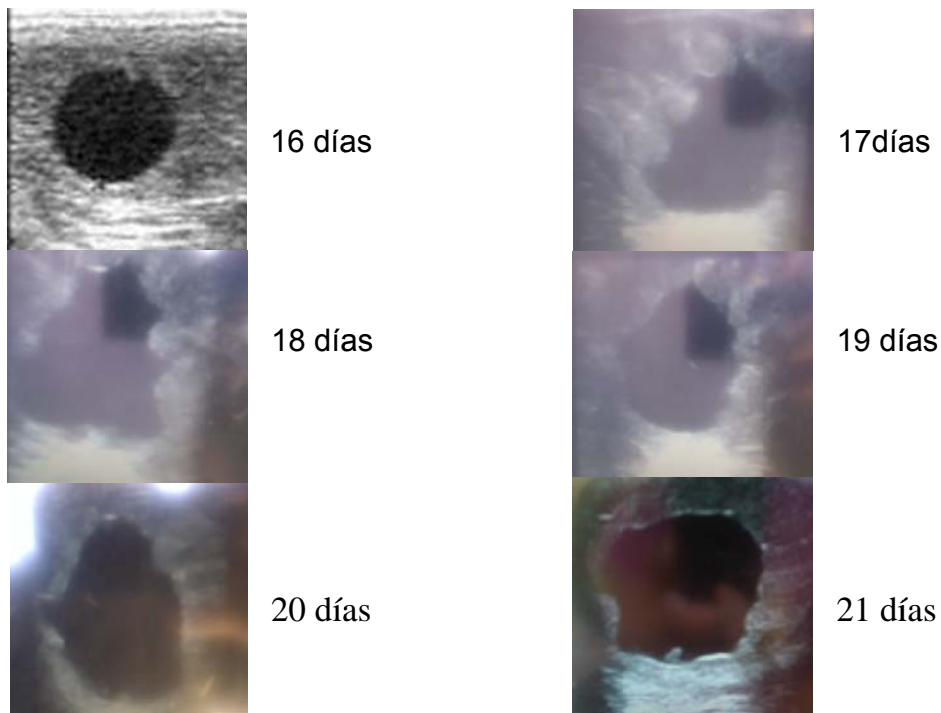
Al día 45, el feto ha descendido aproximadamente dos tercios del camino hacia la parte ventral de la alantoides. La cabeza del feto en desarrollo es reconocible.



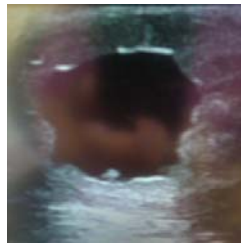
**Ilustración 26.-** Gestación de 45 días U.S. y representación (Virginia B., 2006).

A los 50 días el embrión se convierte oficialmente en un feto. Se pueden identificar las piernas, la cabeza, cola y los ojos son todos claramente definidos externamente. Internamente los órganos y las estructuras óseas están en su lugar. El tamaño total es alrededor de una pulgada de longitud.

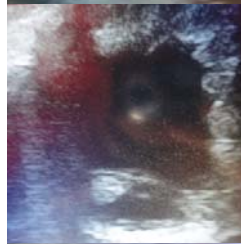
**Ilustración 27.-** Ultrasonografía del día 16 al 45 días de gestación realizadas en las prácticas profesionales (Domínguez, 2013).







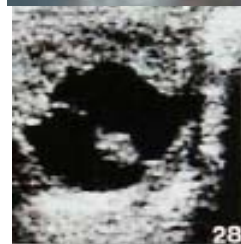
22 días



24 días



26 días



28 días



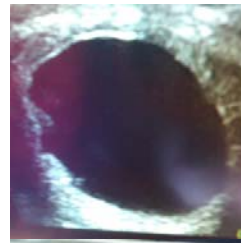
30 días



32 días



37 días



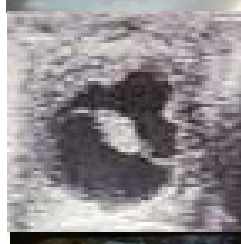
23 días



25 días



27 días



29 días



31 días

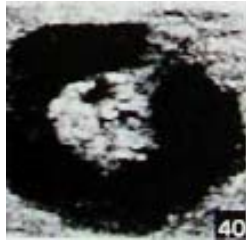


35 días

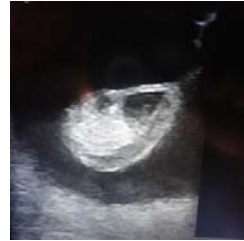


38 días

{ }



40 días

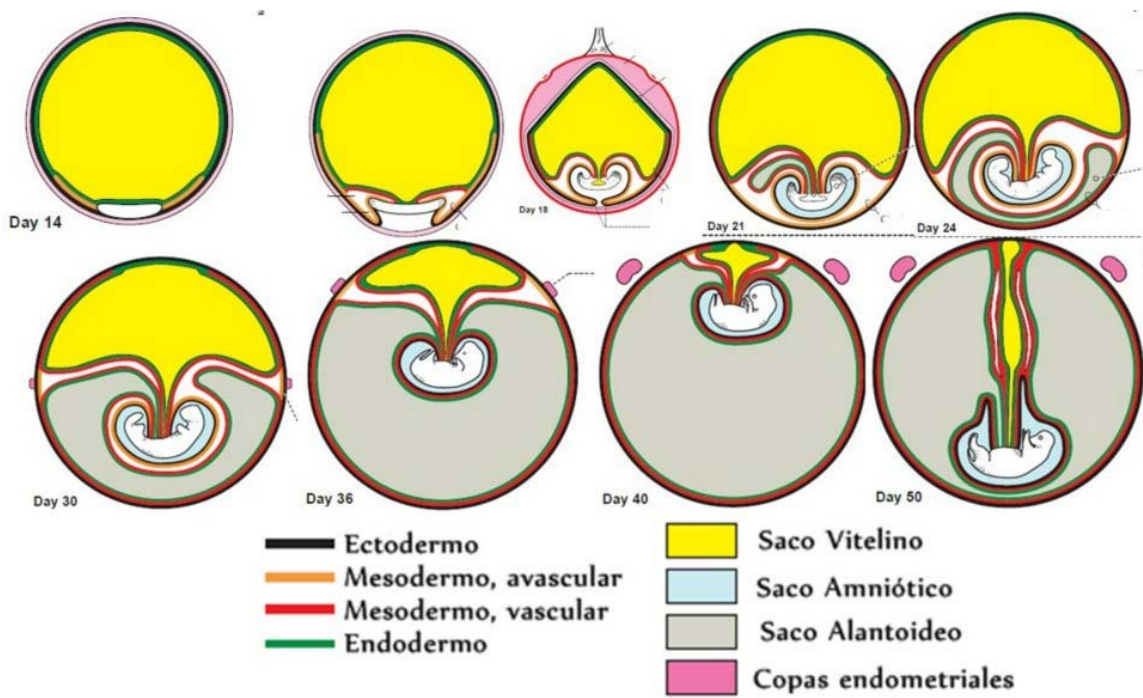


42 días



45 días

**Ilustración 28.-** Representación del desarrollo de las membranas fetales.



---

## Conclusiones

Comprende un poco de esta rama que es la reproducción equina la cual es muy extensa, pero empezar con bases sólidas como es la anatomía para saber lo que es normal, la ubicación de cada órgano y tamaño. Como también saber su etapa de pubertad y factores que influyen, para cuando alcancen su madurez sexual sea la más óptima. Para después ya sea por inseminación artificial o monta natural, para lograr que quede gestante, pero para saber el momento óptimo hay que saber el ciclo estral y sus fases.

Hay cosas que podemos ver pero otras no, pero la debemos saber lo que está pasando, este es caso cuando la yegua queda gestante desde la fertilización, el desarrollo de las membranas y líquidos fetales. El desarrollo embrionario juega un papel muy importante por lo tanto debemos saber su migración, movimientos intrauterinos, implantación y reconocimiento materno, formación del cordón umbilical. Para saber cuántos días tiene de gestación para saber con más precisión los partos.

Lo ideal es realizar el diagnóstico de gestación lo antes posible para de esta manera poder cubrir a las yeguas que no quedaron gestantes en su próximo estro, también es útil para identificar gestaciones gemelares. El saber identificar las imágenes ecográficas en la gestación nos ofrece una mejor capacidad para poder brindar a los propietarios de nuestros pacientes un diagnóstico más preciso de la fecha de parto.



---

**Bibliografía**

1. Allen W. R. Fetomaternal interactions and influences during equine pregnancy. *Reprod* 2001a; 121: 513-527
2. Arthur, G.H. Noakes, D.E. and Person, H. 1991. *Reproducción y Obstetricia en Veterinaria*. Editorial Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid España. Pp. 65-113.
3. Centro de estudios A. crianza de caballos. 1° edición, México: editorial iberoamericana, 2001. 102 p. ISBN: 970-625-252-5.
4. Cintoria. I. 2005. *Reproducción Equina*. [www.Produccion-animal.com.ar](http://www.Produccion-animal.com.ar).
5. Córdoba. 2003. *Principios básicos de Ultrasonografía Veterinaria*. Grupo de Fisiología y Biotecnología de la Reproducción, Biogénesis. Medellín Colombia. Pp1-7. [www.ultrasonografia.pdf](http://www.ultrasonografia.pdf).
6. Driancourt, M.A.; A. Gougeon; D. Royere y C. Thibault; ovarian function. En: *Reproduction in mammals and man*. (Eds.) C. Thibault; M.C. Levasseur and R.H.F. Hunter. Ellipses, Paris, 1993.
7. England, G. Allen's fertility in the horse, Ed J.B., Sutton y S.T. Swift (2a edición), 1998.
8. Evans. J.W., Hughes, J.P., G.H. Stabenfeldt. Clinical and endocrine aspects of the estrus cycle of the mare. *Proceeding 18<sup>th</sup> Am. Ass. Eq. pract.* 119-151 (1992).
9. Frases, A. stamp, J. 1989. *Ganado ovino, Producción y enfermedades*. Editorial mundipanda, España.
10. Galina, C. et al. 1995. *Reproducción de animales Domésticos*. Editorial Limusa. México, D.F.
11. Galina, C. y Valencia, J. 2006. *Reproducción de los Animales Domésticos*. 2° edición. Editorial Lumusa, S.A. de C.V. pp. 85, 99, 100.
12. Ginther O.J. 1986. *Ultrasonic Imaging and Reproductive Events in the Mare*. Equiservice, Cross Plains, WI.
13. Ginther OJ. *Reproductive Biology of the Mare. Basic and Applied Aspects*. Cross Plains, WL: Equiservices, 1992.
14. Goddard PJ. 2000. *Principios Generales. Ecografía Veterinaria*. Ed. Acribia.
15. Gordon W.M., Rusell L.R. *Guía complete de caballo*. De la Guardia A. 1° edición. Barcelona: Editorial LIBSA, 2003. 255p ISBN: 84-662-0322-2.
16. Hafez, E.S.E. Hafez, B. 2000. *Reproducción e inseminación Artificial en animales*. Séptima edición. Editorial McGraw-hill. Interamericana. México, D.F.
17. Hellemann, Claus. *Inseminación artificial en equinos*. Monografía de Medicina veterinaria, Vol.7(1), junio 1995

18. Irvine CHG., Alexander SL., Mckinnon AO. Reproductive hormone profiles in mares during the autumn transition as determined by collection of jugular blood at 6h intervals throughout ovulatory and anovulatory cycles. *J Reprod Fertil* 2000; 118: 101-109.
19. Kolb, E. fisiología veterinaria. Editorial acribia. Zaragoza (1996).
20. Koskinen, E, Lidenberg, H; Routsalainen, L.; Katila. T. Fertility of mares after postovulatory insemination, *J. Vet, Med, A*, 1990.
21. Lindenbergh, H.; Kunts, H, Katila, T. Predicting ovulation in the mare. *Proc. Int, Congress on animal Reproduction*. 23 Ago. 1992.
22. Mc Donald, E.L. 1991. *Endocrinología veterinaria y Reproducción*. Editorial Interamericana Mc. Graw-hill. 4ª Edición. México.
23. McDonnell C.S. Sexual Behaviour of mares, *Veterinary Clinics of North America: Equine practice* 2000.
24. Medolalo, L.E.: *Endocrinología veterinaria y reproducción*. Nueva Editorial Interamericana Me Graw-Hill, México, D.F., 1991.
25. Miró. J; Piedrafita, J. A statistical model to predict the day of ovulation in mare from physiological parameters measured during estrus, *J, Vet. Med. A*, 2001.
26. Muñoz, M.B. 2006. Importancia de la ecografía en el mejoramiento de la fertilidad equina. Facultad de ciencias agronómicas, universidad de Chile.
27. Noakes, D.E. 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. 8° Edition. British Library Cataloguing in Publication Data. China. pp. 4, 5.
28. Pierson, R.A., Folliculogenesis and ovulation, En: *Equine reproduction*. Ed, Mckinnon, A; Voss, J.L. Lea & Febiger, Philadelphia, London, 1993.
29. Pineda, M.H.: sistema reproductor de la hembra. En: *Endocrinología veterinaria y reproducción*. (Ed) L.E. Mc Donald, nueva editorial interamericana Me Graw- Hill, México D.F. 1991.
30. Pinochet. *Federación de criadores de caballos chilenos*, 2008.
31. Real Venegas, C.O. 2000. *Zootecnia Equina*. Editorial Trillas S.A. de C.V. México, D.F. pp 205-229.
32. Romero, R. J.M. 2009. Artículo El caballo. Por el profesor de la cátedra de medicina y zootecnia equina. Clínica para equinos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Participa con la policía montada del D.F. pp. 1-5.
33. Rossdale, P.D. 1991. *Cría y Reproducción del caballo*. Editorial Acriba S.A.
34. Salazar Ortiz., Nagy, p. y Guillaume, D. 2009. Estacionalidad de la yegua. Colegio de postgraduados, campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km. 348, Congregación Manual León 94946 Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. Apdo. postal 143 Col. Centro 94500 Córdoba Veracruz México.

35. Sharp, D.C. 1993. Maternal Recognition of pregnancy. In: Mckinnon, A. O. and Voss, J.L. (eds.) Equine Reproduction. Lea & Febiger, Philadelphia. Pp. 487-493.
36. Sisson, s. Grossman, J.D. 2000. Anatomía de los animales domésticos. Tomo 1, 5ª Edición. Editorial Masson S.A. Barcelona. Pp. 605-614.
37. Sorensen, A.M. 1984. Reproducción Animal. Principios y Prácticas. Editorial Inteamericana Mc Graw-Hill. México, D.F.
38. Squires, E.J. 2006. Endocrinología Animal Aplicada. Editorial Acribia S.A.Zaragoza España. Pp. 175-192.
39. Stewart, F. and Maher, J.K. 1996. Analysis of horse and donkey gonadotrophin genes using Southern blotting and ADN Hybridization techniques. J. Reprod. Fert. Suppl. 44: 19-26.
40. Swenson, M.J. Reace, W.O. 1999. Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes. 5 Edición, Tomo II. Editorial Noriega Uthea. México, D.F pp. 678-710.
41. Tischner Jr, M. Niezgoda, J. and Tischner, M. 1996. Studies on the effect of manual massage of the ovaries on the reproductive activity of the mare. Theoriogenology. 45: 1457-1462.
42. Valencia, M.J.J. 1986. Fisiología de la Reproducción. Editorial Trillas. España.
43. Virginia B., 2006. Equine Diagnostic Ultrasound. Publisher Saunders
44. Zarco, L. Boeta, M. 2000. Reproducción Equina 2 Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, D.F.