



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SERVICIO PROFESIONAL**

**EVALUACION FOLICULAR Y DIAGNOSTICO DE GESTACION EN YEGUAS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:  
CRISTINA ISABEL PEREZ CABRERA**

**ASESOR:  
Dr. José Herrera Camacho**

Morelia, Michoacán. Diciembre, 2010.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SERVICIO PROFESIONAL**

**EVALUACION FOLICULAR Y DIAGNOSTICO DE GESTACION EN YEGUAS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:  
CRISTINA ISABEL PEREZ CABRERA**

**ASESOR:  
Dr. José Herrera Camacho**

Morelia, Michoacán. Diciembre 2010



**INDICE**

**EVALUACION FOLICULAR Y DIAGNOSTICO DE GESTACION EN LA YEGUA**

**1. Anatomía del Aparato Reproductor de la Hembra**

<i>1.1. Ovarios</i>	8
<i>1.2. Trompas Uterinas</i>	10
<i>1.3. Útero</i>	12
<i>1.4. Vagina</i>	14
<i>1.5. Vestíbulo Vaginal</i>	16
<i>1.6. Vulva</i>	16
<i>1.7. Clítoris</i>	17

**2. Ciclo Reproductivo de la Yegua**

<i>2.1. Pubertad en la yegua</i>	18
<i>2.2. Factores que influyen en los Ciclos de Reproducción</i>	19
<i>2.3. Ciclo estral</i>	22
<i>2.3.1 Estro</i>	24
<i>2.3.2 Diestro</i>	25
<i>2.3.3 Anestro Invernal</i>	27
<i>2.4. Desarrollo Folicular</i>	29
<i>2.4.1 Control de la ovulación</i>	30
<i>2.4.2 Cuerpo Lúteo</i>	31

2.5. Reinicio de la Actividad Reproductiva	31
<b>3. Ultrasonografía Veterinaria</b>	
3.1. Funcionamiento Básico del Ultrasonido	33
3.2. Examen Ecográfico Transrectal de la Yegua	34
3.3. Tipos de Ultrasonido	34
3.4. Transductores	35
3.5. Monitores	35
3.6. Técnica de Exploración	35
<b>4. Anatomía Ecográfica</b>	
4.1. Ovarios	36
4.2. Folículo Preovulatorio	37
4.3. Ovulación	38
4.4. Cuerpo Lúteo	38
<b>5. Gestación de la Yegua</b>	
5.1. Gestación simple	39
5.2. Gestación Gemelar	42
<b>6. Diagnostico de Gestación por U.S</b>	<b>45</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>50</b>

**INDICE DE CUADROS**

<b><i>Cuadro No. 1:</i></b> Diagnostico de Gestación por U.S.	48
<b><i>Cuadro No. 2:</i></b> Diagnostico de Gestación por Palpación Transrectal	49

**INDICE DE FIGURAS**

<b><i>Figura No. 1: Anatomía del Aparato Reproductivo de la Yegua</i></b>	<b>8</b>
<b><i>Figura No. 2: Anatomía Reproductiva de la Yegua</i></b>	<b>9</b>
<b><i>Figura No. 3: Anatomía del Ovario</i></b>	<b>10</b>
<b><i>Figura No. 4: Estructura del Ovario</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Figura No. 5: Anatomía e Histología del Aparato Reproductor de la Yegua</i></b>	<b>12</b>
<b><i>Figura No. 6: Cambios Cervicales durante el Ciclo Reproductivo</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Figura No. 7: Ciclo Reproductivo de la Yegua</i></b>	<b>18</b>
<b><i>Figura No. 8: Ovarios de yegua en Estro</i></b>	<b>25</b>
<b><i>Figura No. 9, 10, 11y 12: Ovarios de yegua en Diestro</i></b>	<b>26 y 27</b>
<b><i>Figura No. 13: Ovario de yegua anéstrica</i></b>	<b>28</b>
<b><i>Figura No. 14: Folículos en crecimiento</i></b>	<b>36</b>

<b>Figura No. 15:</b> Folículo Preovulatorio	37
<b>Figura No.16:</b> Cuerpos Lúteos Centralmente	38
<b>Figura No. 17:</b> Cuerpo Luteos No Ecogénicos	39
<b>Figura No. 18:</b> Destrucción Manual de un Embrión	44
<b>Figura No. 19:</b> Gestación de 21 días de edad	45
<b>Figura No. 20:</b> Gestación de 24 días de edad	46
<b>Figura No. 21:</b> Gestación de 28 días de edad	46
<b>Figura No. 22:</b> Gestación de 35 días de edad	47
<b>Figura No. 23:</b> Gestación de 40 días de edad	47
<b>Figura No. 24:</b> Gestación de 45 días de edad	47

## EVALUACIÓN FOLICULAR Y DIAGNOSTICO DE GESTACIÓN EN LA YEGUA POR ULTRASONIDO

### 1. ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

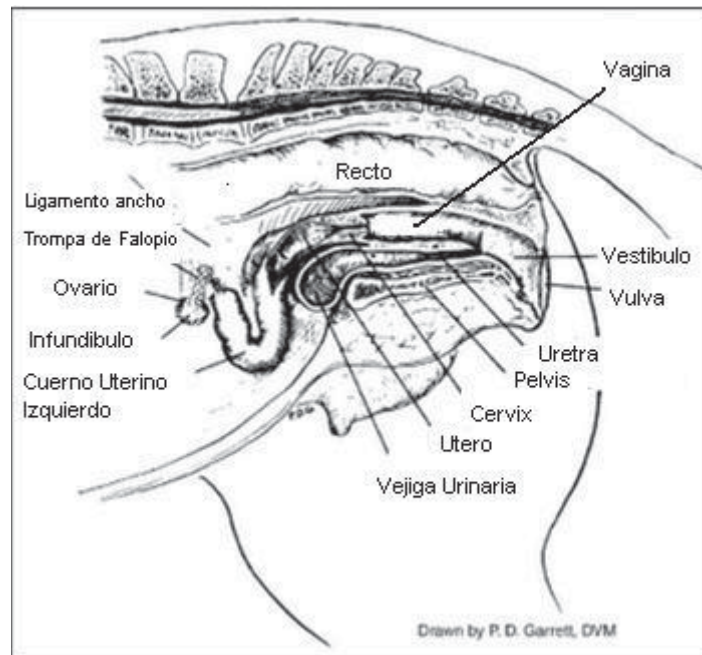


Figura 1. Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua

#### 1.1. Ovarios

Los ovarios en la yegua, tienen forma de judía; el tamaño varía de acuerdo a la edad, son normalmente mayores en animales jóvenes que en adultos, y un ovario a menudo es mayor que el otro. Miden alrededor de 7 a 8 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho, con un peso de 70 a 80 gr (Sisson y Grossman, 1996).

Los ovarios experimentan en la yegua un escaso descenso desde su lugar inicial de formación durante el desarrollo (Dyce *et al*, 1999). Los ovarios están situados en la región sublumbar, por la parte craneal del ligamento ancho del útero y normalmente son ventrales a las IV o V vertebrae lumbares, están en contacto con



la pared lumbar del abdomen; la distancia media desde el ovario al orificio vulvar, es de 50 a 55 cm en una yegua de tamaño medio (Sisson y Grossman, 1996).

*Estructura:* La mayor parte del ovario está cubierta por el peritoneo, sin embargo esta investidura peritoneal está ausente en el borde de inserción por donde entran los vasos y nervios, a esta zona se le denomina hilio del ovario. La fosa de ovulación está cubierta por una capa de células poligonales cortas, remanente del epitelio germinal primitivo. El estroma del ovario es una red de tejido conectivo (Sisson y Grossman, 1996; Rossdale, 1993). Un cambio en la coloración marca el límite entre la superficie externa de la fosa de ovulación y el peritoneo común que cubre al resto del órgano (Dyce *et al*, 1999).

## ANATOMIA REPRODUCTIVA DE LA YEGUA

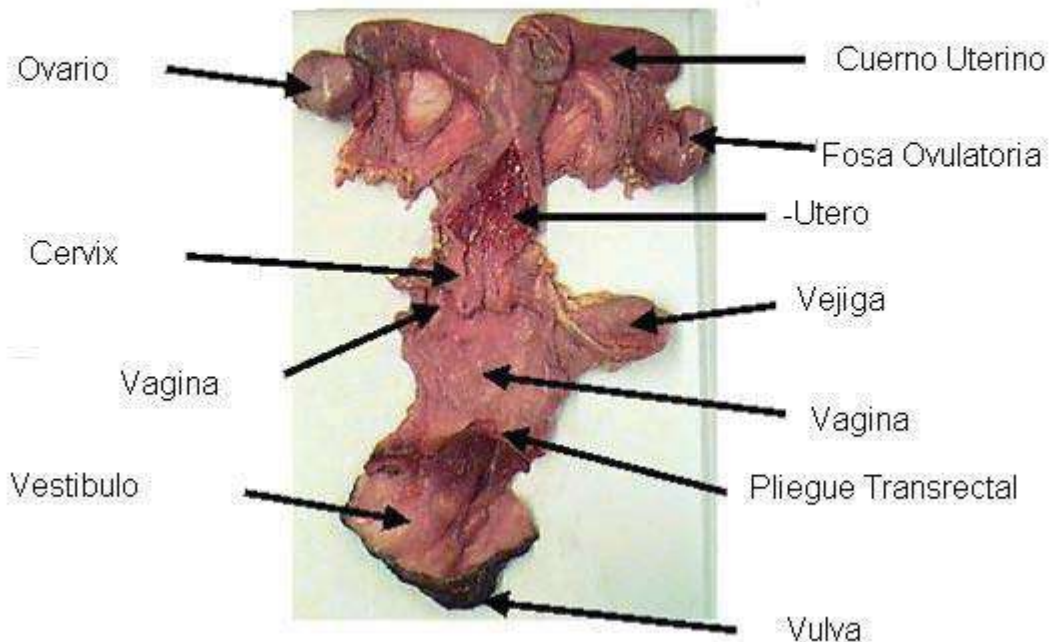


Figura 2. Anatomía Reproductiva de la Yegua

*Vasos y Nervios.* Las arterias del ovario derivan de la arteria ovárica, la cual es relativamente grande y elástica. Las venas son grandes y numerosas, formando un plexo semejante al del cordón espermático. Los vasos linfáticos pasan a los nódulos lumbares. Los nervios derivan del sistema simpático a través de lo plexos renal y abdominal aórtico (Sisson y Grossman, 1996).

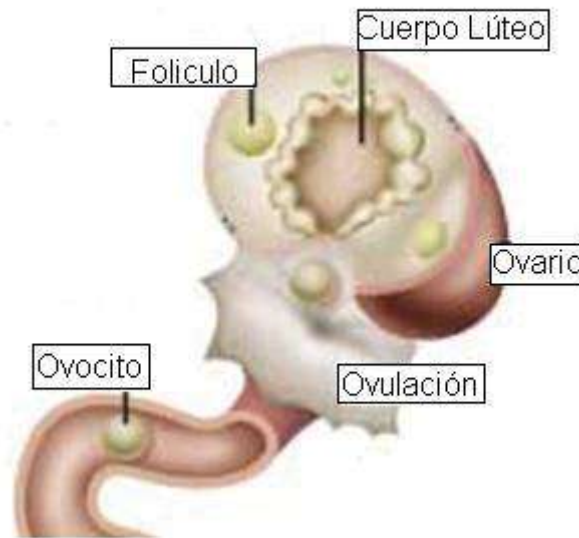


Figura 3. Anatomía del Ovario

### 1.2 Trompas Uterinas

Las trompas uterinas o de Falopio, actúan como conductos excretores de los ovarios, ya que ellos transportan los ovocitos de las glándulas reproductoras al útero. Se trata de dos tubos elásticos de unos 20 a 30 cm de largo, que se extiende desde la extremidad de los cuernos uterinos hasta el ovario. La trompa es muy pequeña en su extremidad uterina (2 a 3 mm de diámetro), pero hacia el ovario se ensancha considerablemente (4 a 8 mm de diámetro) y forma la ampolla. El infundíbulo presenta en su cara interna numerosas fimbrias desiguales que se extienden parcialmente sobre la superficie del ovario y a la cual algunas fimbrias están adheridas permanentemente (Dyce *et al*, 1999).

La porción uterina de la trompa se comunica con la cavidad del cuello por un orificio pequeño, el orificio del tubo uterino. La extremidad ovárica esta expandida, algunas veces en forma de embudo, por lo que en ocasiones se denomina infundíbulo de la trompa uterina (Sisson y Grossman, 1996).

*Estructura:* La trompa está cubierta externamente por una capa serosa formada por el mesosalpinx. La membrana serosa se continúa en la fimbria y encuentra su recubrimiento mucoso. La capa adventicia fibrosa se continúa con la lámina fibrosa del ligamento ancho. La capa muscular esta fundamentalmente formada de fibras circulares, el grosor de la capa muscular disminuye hacia la extremidad ovárica. La capa mucosa es delgada y forma abundantes pliegues (*plicae tubariae*), principalmente longitudinales, pero en la parte ancha del tubo (*ampulla tubae uterinae*) son muy complejos, de forma que en un corte transversal los espacios entre los pliegues pueden estar enmascarados por las glándulas tubulares ramificadas. El epitelio es una capa simple de células columnares ciliadas y los cilios producen una corriente que se dirige hacia el útero. En la extremidad ovárica, este epitelio pasa gradualmente al tipo escamoso de la capa serosa (Sisson y Grossman, 1996).

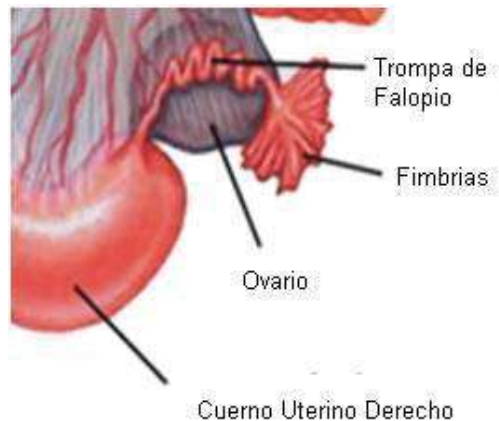


Figura 4. Estructuras del ovario

*Vasos y nervios*: las arterias derivan de la arteria ovárica y las venas son satélites de las arterias. Los vasos linfáticos pasan con los ováricos a los nódulos lumbares. Los nervios tienen un origen similar al de los nervios del ovario (Sisson y Grossman, 1996).

### 1.3 Útero

El útero es un órgano muscular hueco que se continúa con las trompas uterinas cranealmente y se abre en la vagina caudalmente. Esta situado en la cavidad abdominal, pero se prolonga en una corta distancia dentro de la cavidad pelviana. Esta sujeto en la región sublumbar y en las paredes laterales de la cavidad pelviana por dos pliegues de peritoneo, llamados ligamentos anchos. Está constituido por dos cuernos, el cuerpo y el cuello (Sisson y Grossman, 1996).

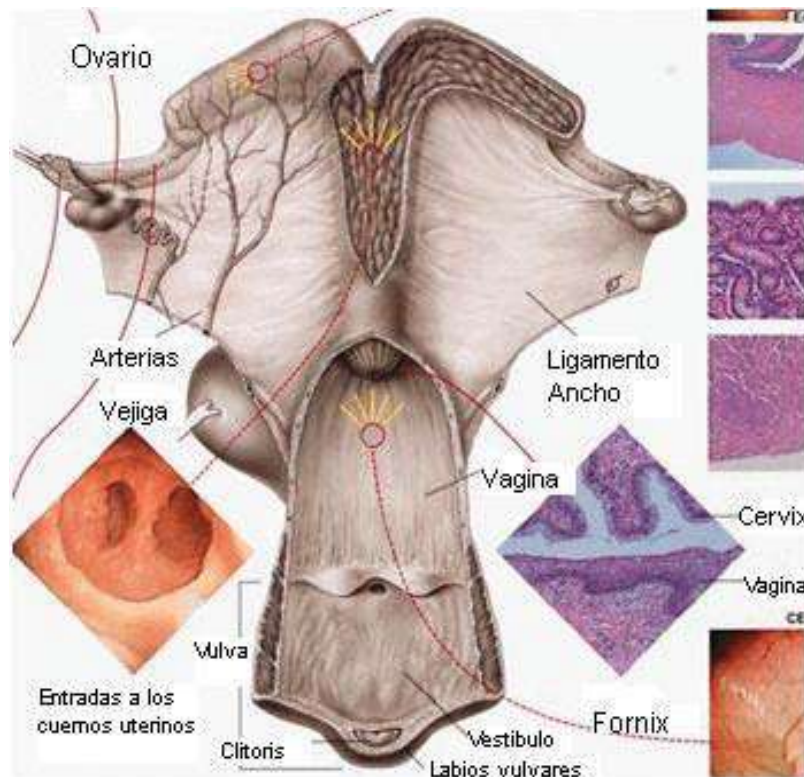
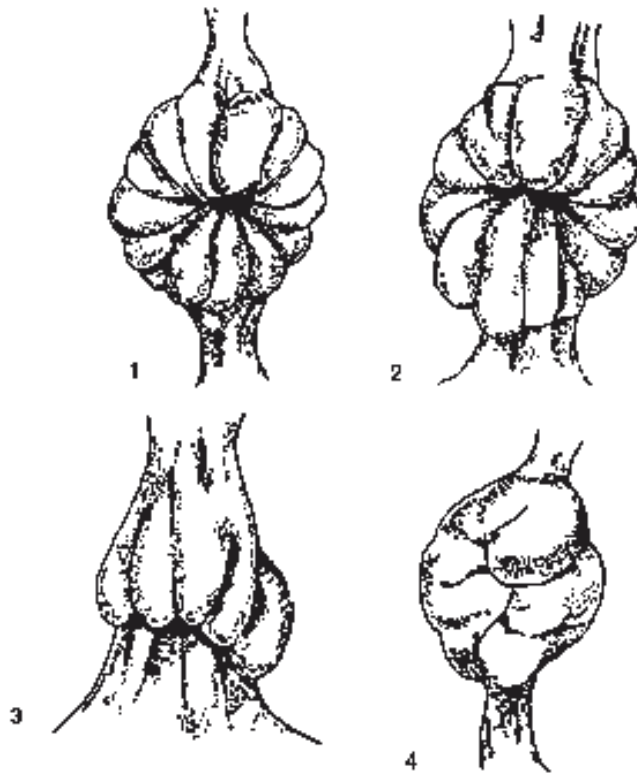


Figura No. 5 Anatomía e Histología del Aparato Reproductor de la Yegua

Los cuernos del útero (*cornua uteri*) están situados totalmente en el abdomen, comúnmente están presionados contra los músculos sublumbares por los intestinos (ciego, cara izquierda del colon mayor, colon menor e intestino delgado). Son cilíndricos cuando están moderadamente distendidos y tienen unos 25 cm de longitud. La extremidad craneal de cada uno forma una terminación obtusa que recibe el nombre de trompa uterina, caudalmente, aumentan de calibre, convergen y se unen con el cuerpo. El borde dorsal (*margo mesometricus*) es ligeramente cóncavo y está unido a la región sublumbar por el ligamento ancho. El borde ventral (*margo liber*) es convexo y libre (Sisson y Grossman, 1996).

El cuerpo del útero (*corpus uteri*) está situado parcialmente en la cavidad abdominal y en parte en la cavidad pelviana. Es cilíndrico, pero aplanado dorsoventralmente, su longitud media es de 18 a 20 cm y su diámetro cuando se encuentra ligeramente distendido, es de 10 cm. Su superficie dorsal se relaciona con el recto y otras partes del intestino, su superficie ventral está en contacto con la vejiga y tiene relaciones inconstantes con varias partes del intestino (Sisson y Grossman, 1996).

El cérvix o cuello uterino es la parte caudal estrechada que se une con la vagina, tiene unos a 7.5 cm de longitud y 3.5 a 4 cm de diámetro y parte de él (*portio vaginalis*) se proyecta dentro de la cavidad de la vagina y por tanto, no es visible externamente, pero puede ser palpado a través de la pared vaginal (Sisson y Grossman, 1996). Durante el estro y en el parto, el canal cervical se encuentra cerrado (Dyce *et al*, 1999).



**Figura 6. Cambios cervicales durante el ciclo reproductivo:** 1) Cérvix en diestro a los 10 días después de la ovulación; 2) Cérvix al inicio del estro, aumentado de tamaño y pliegues menos definidos; 3) Cérvix hacia el final del estro, aumentada de tamaño, relajado y muy vascularizado; 4) Cérvix de yegua gestante, bien cerrado y con moco pálido (Little, 1994)

La cavidad del útero está muy obliterada, en la hembra no preñada, por la contracción de las paredes los pliegues de la mucosa de recubrimiento. En la extremidad de cada cuerno, se comunica con la trompa uterina por una pequeña abertura sobre una papila pequeña. La cavidad del cuello se denomina canal cervical; está cerrado ordinariamente por pliegues mucosos y un tapón de moco. Se abre la vagina por el orificio uterino externo y en el cuerpo del útero por el orificio uterino interno (Sisson y Grossman, 1996).

*Estructura:* La pared del útero está formada por tres capas. La capa serosa (*perimetrium*), en su mayor parte adherida a la capa muscular; se continúa con los ligamentos anchos. La capa muscular (*miometrium*), esencialmente formada de dos estratos, uno no grueso de fibras longitudinales y otro interno grueso de fibras circulares. La capa circular es muy gruesa en el cuello, donde forma un esfínter de 1.5 cm de grosor. La mucosa (*endometrium*) asienta directamente sobre la capa muscular y es de color rojizo pardusco, excepto en el cuello, donde es pálida. Esta cubierta por una capa de células columnares altas y contiene numerosas glándulas uterinas, tubulares ramificadas, estas no se encuentran en el cuello uterino (Sisson y Grossman, 1996).

*Vasos y nervios:* las arterías principales son la uterina y la rama uterina de la arteria ovárica, también existen ramas de la pudenda interna. Las venas proceden del plexo pampiniforme y acompañan a las arterias. Los vasos linfáticos son numerosos y van a los nódulos linfáticos iliaco interno y lumbar. Los nervios derivan del simpático a través de los plexos uterino y pélvico (Sisson y Grossman, 1996).

#### **1.4 Vagina**

La vagina es el canal que se extiende horizontalmente a través de la cavidad pelviana desde el cuello uterino a la vulva. Es tubular y tiene unos 15 a 20 cm de largo y cuando esta ligeramente distendida alcanzo unos 10 a 12 cm de diámetro. Si dilatabilidad parece estar limitada por la pared pelviana y no hay línea externa de demarcación entre la vagina y el útero o la vulva (Sisson y Grossman, 1996).

El fondo del saco rectovaginal del peritoneo se extiende entre la vagina y el recto a una distancia de unos 5 cm y, ventralmente el fondo del saco vesicogenital pasa en sentido caudal entre la vagina y la vejiga (Sisson y Grossman, 1996).

*Estructura:* a excepción de la corta parte peritoneal, está compuesta por una capa muscular, que a su vez se conforma de fibras longitudinales y circulares; está cubierta externamente por una adventicia fibrosa y hay una gran cantidad de tejido conectivo intermuscular. La capa mucosa es muy elástica y cubierta por un epitelio estratificado, no tiene glándulas (Sisson y Grossman, 1996).

*Vasos y nervios:* las arterias derivan de la pudenda interna. Las venas forman un rico plexo que drena en las pudendas internas. Los vasos linfáticos van a los nódulos linfáticos iliacos. Los nervios derivan del simpático a través del plexo pelviano; numerosos ganglios pueden encontrarse en la capa adventicia (Sisson y Grossman, 1996).

### **1.5 Vestíbulo vaginal**

El vestíbulo vaginal es la parte terminal del tracto genital. Se continua, en sentido craneal, con la vagina y, externamente, en el borde pudendo (hendidura vulvar), de 5 a 7 cm ventral al ano. No hay línea externa de demarcación entre la vagina y el vestíbulo. El tubo tiene de unos 10 a 12 cm de longitud (Sisson y Grossman, 1996).

*Estructura:* el musculo vestibuloconstrictor abraza al vestíbulo, craneal al constrictor de la vulva; está incompleto dorsalmente y se une a los lados por una banda de musculo liso, la parte anal del retractor del clítoris (ligamento suspensor del ano) (Sisson y Grossman, 1996).

### **1.6 Vulva**

El orificio externo, la hendidura vulvar (*rima pudendis*), tiene la forma una hendidura vertical de 12.5 a 15 cm de alto y bordeada por dos labios (*labia*



*puerandi*) redondos y prominentes. Los labios se encuentran dorsalmente en ángulo agudo y forman la comisura dorsal, que tiene 5 cm, ventral al ano. Se unen ventralmente para formar la comisura ventral, que es redondeada y gruesa y que asienta a unos 5 cm caudal y ventral del arco isquial. Cuando los labios están separados, se aprecia un cuerpo redondeado de 2.5 cm de ancho, este es el glande del clítoris, homólogo del glande del pene y la cavidad en la cual asienta se denomina fosa del clítoris. El techo de la fosa se forma por un pliegue delgado (*frenulum clitoridis*), que solapa al glande y se une centralmente a él. La extremidad craneal de la pared ventral de la vulva, esto es, a unos 10 a 12 cm de la comisura ventral, está el orificio uretral externo (meato urinario) (Sisson y Grossman, 1996).

El clítoris es muy prominente en las yeguas en celo cuando muestra el exterior de los característicos movimientos intermitentes (“de parpadeo”) de abertura y cierre de los labios de la vulva (Dyce *et al*, 1999).

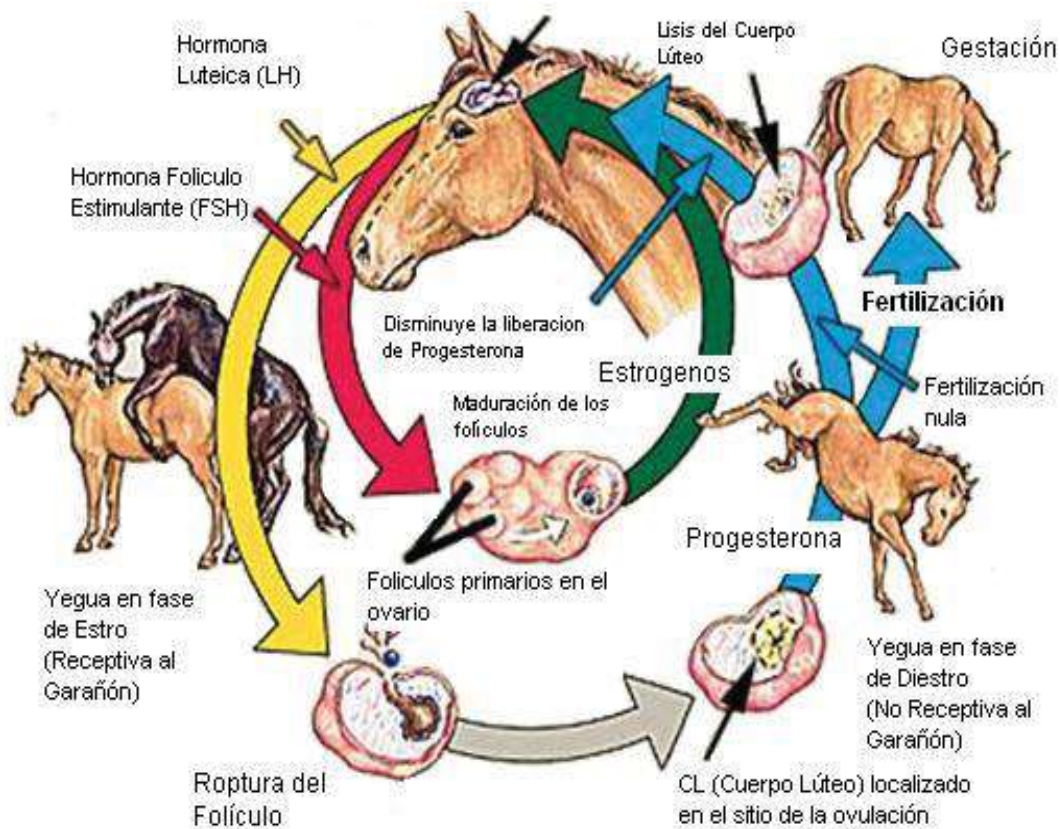
*Estructura:* los labios están cubiertos por una piel lisa, pigmentada y delgada muy vascularizada y que posee glándulas sebáceas y sudoríparas. Se continua a una distancia de 1 a 1.5 cm del borde libre con una membrana mucosa sin glándulas y delgada. Bajo la piel hay una capa de musculo estriado (Sisson y Grossman, 1996).

### **1.7 Clítoris**

El clítoris es el homólogo al pene y está formado de unas partes muy similares. El cuerpo tiene unos 5 cm de largo. Esta insertado en el arco isquial por dos pilares. El glande es redondeado y termina en un extremo libre que ocupa la fosa del clítoris en la comisura ventral de la vulva. Está cubierto por un tegumento pigmentado, delgado, similar y continuo con el que recubre la fosa, constituye así

el prepucio del clítoris. El órgano está compuesto de tejido eréctil (Sisson y Grossman, 1996).

## 2. CICLO REPRODUCTIVO DE LA YEGUA



**Figura 7. Ciclo Reproductivo de la Yegua**

### 2.1 Pubertad en la yegua

La pubertad es la etapa del desarrollo en la que el individuo adquiere la capacidad de liberar gametos viables y, por lo tanto, de reproducirse. Es un proceso dinámico, gradual y progresivo que, aunque delimitado, no es un evento puntual;

sin embargo, es un proceso que incluye una serie de cambios somáticos y celulares que, en conjunto logran la coordinación de los componentes que la desencadenan. La pubertad precede la madurez sexual, ya que su organismo y maduración hasta expresar su máximo potencial reproductivo (Galina y Valencia, 2006).

El inicio de la pubertad en la potranca, comienza entre los 12 a 18 meses o durante la estación siguiente al nacimiento del potrillo (Swensen y Reece, 1996).

## **2.2 Factores que influyen en los Ciclos de Reproducción**

Los animales han desarrollado estrategias de reproducción estacional que aseguren que las crías nazcan en el momento apropiado del año. En los caballos, como en muchas otras especies, el ritmo circanual de reproducción es regulado por las variaciones del fotoperiodo. Esta señal ambiental se traduce en una señal endocrina en 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 *et al*, 2009).

**Fotoperiodo.** La luz es el factor más potente que afecta a los ciclos reproductores de los animales con apareamiento estacional. La yegua es una de las especies más afectada por el fotoperiodo. La glándula pineal participa en la retransmisión de los cambios que se presentan en el fotoperiodo. La información fótica se transmite de las células retinales 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 (*epiphysis cerebri*) (Swensen y Reece, 1996).

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 mas repetible 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. La yegua que tiene un período de gestación promedio de 330 días, cicla 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 las yeguas 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 *et al*, 2009).

**Temperatura.** La temperatura tiene una función de importancia secundaria en los ciclos reproductivos (Swensen y Reece, 1996).

Al parecer su acción es más importante en el período posterior a la fecundación, cuando una temperatura elevada puede disminuir la viabilidad de los embriones y, por tanto, la fertilidad; sin embargo, temperaturas inusualmente frías o calientes impiden la demostración de signos de estro (Galina y Valencia, 2006; Noakes *et al*, 2001).

Para los animales que viven en latitudes templadas o más extremas, el verano es un período 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 de un verano de abundancia, y sobrevivir a las dificultades de invierno (Salazar *et al*, 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 deficiencias 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 (Nokes *et al*, 2001).

Las dos áreas en las que la nutrición afecta a los patrones de reproducción son:

- a. El inicio de la pubertad y de la etapa de apareamiento (animales con apareamiento estacional)
- b. El restablecimiento de la actividad ovárica después del parto (Swensen y Reece, 1996).

La interacción entre el consumo de energía y la condición corporal en el funcionamiento reproductivo de yeguas no gestantes, también maneja que un alto consumo de energía acorta el intervalo a la primera ovulación en yeguas en transición hacia la actividad ovulatoria con un nivel bajo de reservas corporales pero no beneficia a las yeguas en condición corporal moderada o yeguas gordas (Kubiak *et al*, 1997).

La condición corporal pobre no sólo afecta el tiempo de la fase de transición y de la primera ovulación anual, también disminuye la eficacia de la inyección de un extracto pituitario equino para la inducción de ovulación (Bour *et al*, 1995).

Para asegurar el aporte de nutrientes para cada etapa del ciclo reproductivo, ha sido necesario medir el gasto de energía y reciclaje de nitrógeno para producción de hormonas, dinámica folicular, ovulación, fertilización, gestación y lactación (Hernández, 2009).

**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 ellas (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).

### 2.3 Ciclo estral

El término ciclo estral, se refiere al fenómeno rítmico que se observa en todos los mamíferos, en el cual existen períodos regulares pero limitados de receptividad sexual (llamado *estro*), que se presentan a intervalos que son característicos de cada especie (Swensen y Reece, 1996).

Existen dos etapas en el ciclo estral: *estro* y *diestro*. Cada una caracterizada por *cambios internos*, que tienen lugar en los órganos sexuales y en las glándulas, *cambios psicológicos* manifestados por alteraciones de la conducta y el temperamento, así como aspectos fundamentales del ciclo que incluyen el acto del coito (monta), la fertilización del óvulo, seguido de la gestación (Rossdale, 1993).

Un ciclo estral inicia con el momento de receptibilidad sexual o estro y concluye con el siguiente estro (Engelhardt y Breves, 2002). Si después de la cópula se logra una fertilización, los ciclos estrales se ven interrumpidos por un anestro fisiológico (Galina y Valencia, 2006).

Las yeguas son poliéstricas estacionales, se caracterizan por presentar una serie de ciclos estrales durante una época limitada del año, estos se reproducen en las épocas del año con mas luz o fotoperíodo creciente (primavera-verano) (Galina y Valencia, 2006).

Los ciclos estrales presentan una duración estable a partir de la primera ovulación de la estación. Los ciclos tienden a prolongarse en el otoño por el retraso del inicio de la foliculogénesis después de la luteólisis, lo cual se debe al efecto inhibitor del fotoperíodo decreciente (Swensen y Reece, 1996).

El ritmo circanual de la reproducción en los caballos, como en la mayoría de las especies, está regulado principalmente por el fotoperíodo. Los animales perciben los cambios en la duración diaria de la luz solar, lo que les indica la época del año en la que se encuentran (Ginther, 1992).

La información proporcionada por la luz y la oscuridad es transformada por el sistema neuroendocrino de la yegua en un mensaje químico a nivel de la glándula pineal, la cual secreta melatonina en respuesta a la oscuridad y deja de hacerlo cuando hay luz. La información luminosa es captada por la retina, de donde pasa al núcleo supraquiasmático del hipotálamo a través del tracto nervioso retino-hipotalámico. De allí el estímulo nervioso llega a la glándula pineal pasando por el ganglio cervical superior. La pineal responde a la estimulación adrenérgica secretando melatonina. Esta hormona actúa a diferentes niveles, produciendo en general efectos inhibitorios para la reproducción (Engelhardt y Breves, 2002).

El ciclo estral en la yegua tiene una duración promedio de 22 días, con un intervalo entre 19 a 25 días. Su duración es errática durante un período de transición de anestro de invierno a la época normal de apareamiento, esto se debe a que en el periodo de transición las yeguas producen folículos sin poder ovularlos. Durante este período se desarrollan de dos a tres folículos dominantes en la yegua antes de la ovulación (Swensen y Reece, 1996).

Los animales solamente presentan disponibilidad al apareamiento (receptividad) durante el celo, que etológicamente consiste tanto en la aceptación como en el estímulo de la cópula. Fisiológicamente el ciclo sexual se puede interrumpir con una gestación, en algunos animales con una lactación o en determinadas épocas del año (Engelhardt y Breves, 2002).

### **2.3.1 Estro**

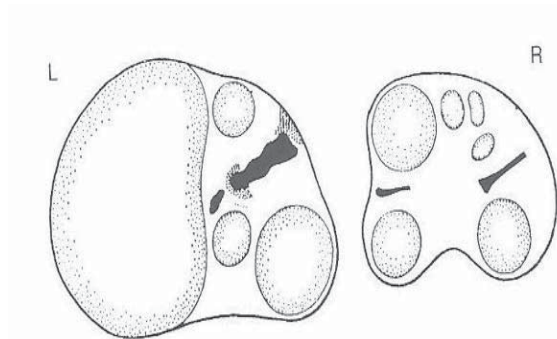
La duración del estro en la yegua es de 5 a 6 días. La presentación de intervalos de diestro normales (15 a 16 días) en la yegua después del estro es un indicador confiable de que la yegua ha ovulado. La respuesta típica de una yegua en estro es flexionar las extremidades posteriores y orinar, elevar la cola, pararse con las patas traseras separadas y mostrar rítmicamente el clítoris (Swensen y Reece, 1996).

El estro se encuentra asociado con una liberación de hormona folículo estimulante (FSH) por la glandula pituitaria. Esta hormona estimula el crecimiento de un pequeño número de folículos presentes en el ovario; el tamaño de los mismos se incrementa desde proporciones microscópicas hasta alcanzar un diámetro de varios centímetros, aunque de este modo se desarrollan varios folículos, generalmente uno alcanzara mayor tamaño que los otros. Cuando este ha alcanzado entre 4 a 6 cm de diámetro, se rompe; este proceso se conoce como la



ovulación y tiene lugar bajo la acción de la hormona luteinizante (LH) de la adenohipófisis (Rossdale, 1993).

Conforme avanza el estro la mucosa vaginal se vuelve más hiperémica, observándose de color rosa a la vaginoscopía; además aumenta el edema del cérvix y las secreciones aumentan en cantidad y en consistencia (Dowsett *et al*, 1993).



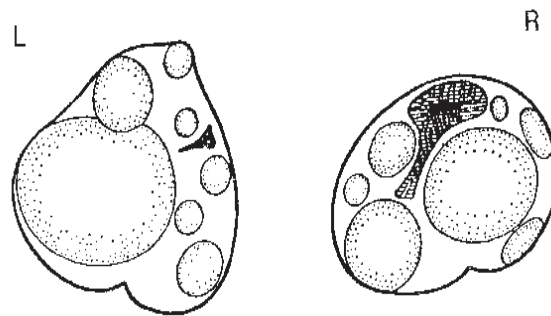
**Figura 8. Ovarios de yegua en estro.** Ovarios de una yegua de 5 años de edad en Estro, con presencia de cuerpo lúteo y folículos en diferente estadio de desarrollo en ovario izquierdo (L), y folículos en desarrollo en el ovario derecho (r).

### 2.3.2 Diestro

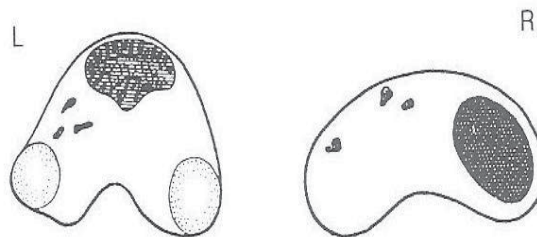
Es el periodo de rechazo del macho que sigue al estro, se denomina diestro, y comprende el periodo entre dos estros sucesivos. El diestro dura 14 días, después la yegua retorna al estro y de esta forma el ciclo continúa; este periodo se inicia con la secreción de LH en la glándula pituitaria que origina la ovulación (Guillaume y Palmer, 1991).

La ruptura del folículo se acompaña de un extravasación de sangre a partir de los vasos de la capa de recubrimiento, causando una hemorragia en la membrana de

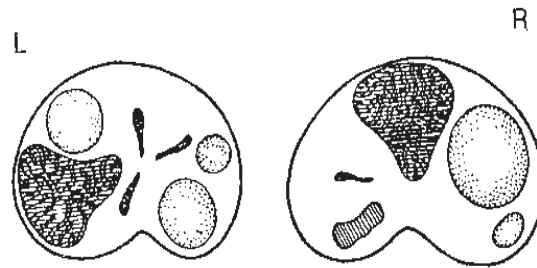
la cavidad, previamente ocupada por el liquido folicular y el ovulo. Se forma un coagulo de sangre y las células especiales del revestimiento interno crecen entonces en el interior del coagulo y se completa el cuerpo amarillo, este cuerpo actúa como glándula endocrina y produce la progesterona, continua actuando así durante unos 15 días, después de cuyo tiempo cesa la producción de progesterona y gradualmente disminuye su tamaño (Rossdale, 1993).



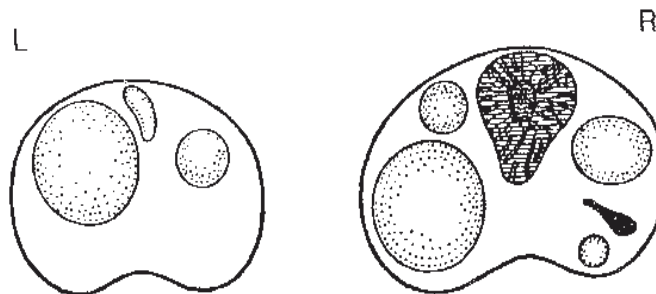
**Figura 9. Ovarios de yegua en diestro.** Ovarios de una yegua de 9 años de edad en Diestro. Cuerpo Lúteo en ovario derecho.



**Figura 10.** Ovarios de una yegua de 4 años de edad en Diestro. Cuerpo lúteo en ovario izquierdo, con cavidad central que contiene sangre. Ovario derecho, contiene un folículo lleno de sangre.



**Figura 11.** Ovarios de una yegua de 6 años de edad en diestro. Presencia de cuerpo lúteo en ambos ovarios.



**Figura No. 12** Ovarios de una yegua de 6 años de edad en diestro. Presencia de cuerpo lúteo en ovario derecho y cavidad central.

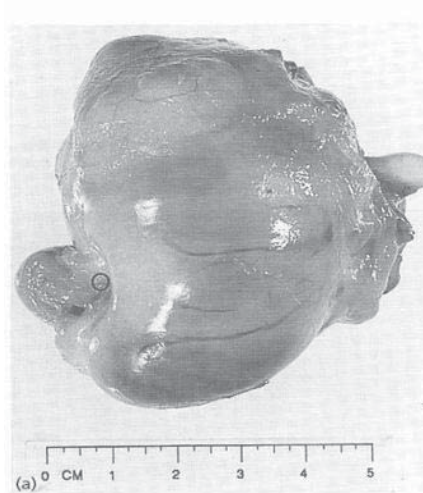
### 2.3.3 Anestro invernal.

El mecanismo por el que las gonadotropinas y probablemente la secreción de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH), disminuyen durante el período de inactividad ovulatoria estacional no es bien conocido en la yegua. Es posible que la ausencia de la actividad cíclica sea resultado de la falta de señales estimulantes, por ejemplo: días largos, condiciones climáticas y alimenticias favorables, la presencia del semental, que estimule la secreción GnRH y de gonadotropinas como durante la estación de reproducción. La inactividad

reproductiva estacional puede ser consecuencia de una inhibición directamente inducida entonces por los días cortos, clima adverso y nutrición pobre (Salazar *et al*, 2009).

Diversos estudios realizados en varias partes del mundo, como Inglaterra, Estados Unidos e inclusive México han coincidido en que la época reproductiva del equino en el hemisferio norte comienza en los meses de marzo a abril finalizando en septiembre u octubre. En el otoño, al acortarse el fotoperiodo y hacerse más sensible el hipotálamo a la retroalimentación negativa de los estrógenos se suprime el desarrollo folicular, ya que cuando un folículo comienza a crecer y producir estrógenos, el mismo envía la señal endocrina para que se deje de secretar LH. Durante ésta época los folículos llegan a tener un diámetro máximo de 15 mm, después de la cual sufren regresión y la actitud de la yegua hacia el semental es pasiva. Las yeguas presentan una inactividad ovárica en el invierno, al caer la primavera, que es sincronizada por el fotoperiodo, el cual a su vez es mediado por la melatonina en las neuronas productoras de GnRH (Guillaume y Salazar, 2009).

A pesar de la inactividad ovárica, una proporción relativamente elevada de las yeguas presenta conducta estral durante la época anovulatoria. Esto se debe a la ausencia de progesterona provocada por la continua ausencia de cuerpos lúteos. La época de transición invernal es definida como el regreso gradual a la época ovulatoria, en la cual se inicia el comportamiento de estro, aumenta la secreción de las gonadotropinas, y se observa desarrollo folicular y secreción de esteroides ováricos, lo que continúa hasta que eventualmente un folículo llegue a ovular (Guillaume y Palmer, 1992).



**Figura 13. Ovario de yegua anéstrica.** Ovario de una yegua anéstrica. El ovario a la palpación, no presentaba desarrollo folicular

## 2.4 Desarrollo Folicular

Las hembras de las especies domesticas nacen con un número determinado de ovocitos y folículos ováricos, gran parte de los cuales sufrirán atresia y nunca serán ovulados. A lo largo de la vida de la hembra, los folículos primordiales permanecen en estado de reposo y cada cierto tiempo algunos son seleccionados para desarrollarse (Galina y Valencia, 2006).

La yegua es la única especie domesticas en la que durante la fase lútea llegan a desarrollar folículos hasta el punto de poder ovular. La mayor parte de los folículos de la fase lútea no llegan a ovular, pero es común que lleguen a tener diámetros de 30 mm o más, los cuales generalmente regresan durante el diestro. Ocasionalmente un folículo antral puede alcanzar el tamaño pre-ovulatorio y ovular durante el diestro sin presentar signos de estro (Norman *et al*, 1998)

La ovulación ocurre aproximadamente 24 horas antes del final del estro en la yegua. El intervalo desde el inicio del estro hasta la ovulación varía debido a diferencias en la dinámica del folículo, por lo tanto es difícil predecir el momento de la ovulación a partir del inicio del estro. La opción común es anticipar la ovulación mediante palpación de los ovarios vía rectal. Cuando termina la regresión del CL, empieza un aumento progresivo de la concentración de LH que continua durante 4 a 5 días y la ovulación ocurre alrededor del tercer día de este aumento. La ovulación en la yegua puede ocurrir durante la fase lútea del ciclo estral (Swensen y Reece, 1996).

La yegua también es diferente a otras hembras porque ovula a través de un área restringida del ovario, la **fosa de ovulación**; la cual está ubicada sobre la superficie ventral del ovario y la limita la unión de la fimbria por un lado y el ligamento útero-ovárico por el otro (Swensen y Reece, 1996; Roosdale, 1993).

#### **2.4.1 Control de la ovulación**

El control endocrino del ciclo sexual ésta sometido al control de un sistema jerárquico en cuya cima estaría el hipotálamo, en el centro la hipófisis y en la base los ovarios. La vía de comunicación más importante es la retroalimentación mediante el cual el mediador segregado inhibe o estimula su propia síntesis en función de su concentración sanguínea. La neurosecreción (neurohormona) del hipotálamo más importante para la reproducción es la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), la cual controla la secreción de las gonadotropinas LH y FSH del lóbulo anterior de la hipófisis (Engelhardt y Breves, 2002).

Los ciclos foliculares son diferentes hasta el punto de que la regresión folicular suele comenzar (indicada por el tamaño del folículo) antes del inicio del crecimiento del siguiente folículo. El folículo ovulatorio seleccionado es aquel que

se encuentra todavía en fase de desarrollo cuando se inicia la regresión del cuerpo lúteo (CL) (Cunningham, 2003).

Mediante estudios ecográficos y endocrinológicos, se han identificado dos fases diferentes en el desarrollo final del folículo antral: una relativamente lenta que dura de 4 a 5 días, seguida de una segunda fase de crecimiento acelerado con la misma duración que termina con la ovulación. El folículo en fase de crecimiento rápido requiere la exposición a unos pulsos más rápidos de gonadotropina al tercer o cuarto día de modo que al menos un folículo pueda completar su patrón de desarrollo normal hasta la ovulación. Esta situación suele producirse junto con el inicio de la regresión del CL, que permite de forma pasiva el incremento de los pulsos de secreción de gonadotropina. Uno de los sistemas mediante el cual el folículo dominante mantiene su estado es la producción de hormonas que inhiben el desarrollo del resto de los folículos antrales. Una de estas sustancias es la inhibina, hormona peptídica producida por la granulosa que inhibe la secreción de FSH (Cunningham, 2003).

#### **2.4.2 Cuerpo lúteo**

La principal función del cuerpo lúteo, es la secreción de progesterona, que prepara al útero para el inicio y mantenimiento de la gestación. Este se forma a partir de la pared del folículo, que se destruye y pliega después de la ovulación. El proceso que siguen las células de la granulosa durante el cambio de secreción de estrógenos a progesterona se denomina luteinización, comienza con el establecimiento del aumento preovulatorio de LH y se acelera con la ovulación (Cunningham, 2003).

#### **2.5 Reinicio de la Actividad Reproductiva**

La melatonina ha sido el tema de muchos estudios en caballos y hay evidencias fuertes que esta hormona es uno de los elementos dominantes en el control de la

reproducción estacional, a su vez se ha demostrado que la glándula pineal está implicada en el mecanismo de control de la reproducción estacional y traduce la señal fotoperiódica registrada por el ojo a señales endocrinas (Malpaux *et al*, 1999).

En yeguas, las concentraciones elevadas de melatonina se asocian fuertemente a la fase oscura. La secreción de melatonina aumenta al principio de la fase oscura y disminuye rápidamente al final de la noche. Una exposición corta a la luz durante la fase oscura da lugar a una disminución inmediata de la concentración de melatonina y es seguida por una vuelta a las concentraciones de melatonina de la fase oscuro- cuando la exposición luz es terminada. Durante las horas oscuras, la secreción de melatonina es estimulada por la norepinefrina secretado por las neuronas sinápticas postganglionar del ganglio cervical superior (Guillaume y Palmer, 1992).

Las concentraciones de melatonina no parecen siempre reflejar las condiciones reales de iluminación. Bajo fotoperiodo natural, el aumento de la concentraciones de melatonina circulante en la noche es a veces difícil de distinguir al principio de la fase oscura y puede incluso estar ausente durante período enteros de oscuridad (Fitzgerald y Schmidt, 1995).

### **3. ULTRASONOGRAFIA VETERINARIA**

La ultrasonografía, ecografía o ecotomografía es una técnica exploratoria no invasiva, inocua y segura que puede ser usada rutinariamente (Muñoz, 2006). El Ultrasonido o Ecografía en Medicina Veterinaria fue desarrollado inicialmente en los Equinos (Bellenda, 2007).



Hasta la aparición de la ecografía era difícil identificar los patrones de crecimiento folicular de los animales domésticos, sobre todo los de folículos que se desarrollan en la fase luteínica del ciclo. Esta técnica ha permitido definir el crecimiento y regresión foliculares durante dicha fase en la yegua (Cunningham, 2003).

Sus aplicaciones más utilizadas, involucran el controles de ovulación y el desarrollo folicular para optimizar o racionalizar el uso de los padrillos o garañones, así como el estudio de otras estructuras de los ovarios ya sean fisiológicas o patológicas (Bellenda, 2003).

Con el uso de la ecografía, es posible determinar yeguas en celo, a través de la observación del útero y de los ovarios, el momento de máxima fertilidad; el grado de maduración de los folículos y su aproximación a la ovulación está determinada por el diámetro de estos (>3.6 cm) y su fluctuación a la palpación rectal (Muñoz, 2006).

El ultrasonido tiene las siguientes ventajas sobre otros métodos mas tradicionales de diagnostico: (Rossdale, 1993).

- A. Puede observarse el tamaño y numero de folículos en el ovario en un momento dado del ciclo.
- B. Puede hacerse una mejor predicción de cuando se producirá la ovulación.
- C. El diagnostico del momento en que tiene lugar la ovulación es mas seguro que cuando se realiza solo por examen rectal.
- D. El tamaño, forma y posición del embrión puede determinarse con seguridad a partir de los estadios mucho mas tempranos, que los que eran posibles por palpación rectal

### **3.1 Funcionamiento Básico del Ultrasonido**

El mecanismo utiliza ondas de ultrasonido (sonido de alta frecuencia) que son emitidos a través de cristales piezoeléctricos, y esas ondas que penetran en los

tejidos, son devueltas como ecos, los cuales son captados por el mismo cristal, y transformados en la pantalla en puntos de brillo (Modo B). Esos puntos serán tanto más brillantes cuanto mayor sea la reflexión por parte del tejido, y así, cada tejido tiene su estructura más o menos ecogénica, denominándose híper, hipo o anecogénica, según la cantidad ecos que reflejan. Se presentan en una escala de grises, desde el negro (anecogénico) como los líquidos límpidos, hasta el blanco (hiperecogénico) como la compacta de los huesos, que reflejan todos los ecos y pueden dar imágenes "en espejo" y otros "artefactos" (imágenes que no son reales) (Bellenda, 2003).

### **3.2 Examen Ecográfico Transrectal de la Yegua**

En la yegua, solo se estudia esta vía para el estudio del aparato reproductor; para este examen es conveniente evacuar la ampolla rectal previamente, a los efectos de no realizar movimientos forzados con el transductor en la mano, y así evitar lesiones del recto. Al mismo tiempo, se recorre el borde anterior de los cuernos y el cuerpo, para dejar bien posicionado el órgano, listo para el estudio ultrasonográfico (Bellenda, 2003).

Los ovarios son fáciles de explorar en las yeguas, en ellos se pueden reconocer estructuras funcionales: folículos y cuerpo lúteo. Los folículos son visibles como cavidades negras o anecogénicas, con un borde muy fino, y a veces de contorno irregular por la comprensión de otras estructuras del ovario (Bellenda, 2003).

### **3.3 Tipos de ultrasonido**

Existe en el mercado una gran variedad de equipos de diferentes marcas. La diferencia entre los distintos ecógrafos radica, no solo en la idoneidad de los transductores, sino también en las características técnicas del procesado de las imágenes estos dos aspectos condicionan en conjunto la calidad de la imagen, la facilidad y la comodidad de la utilización de los equipos (Fritsch y Gerwing, 1996).

### 3.4 Transductores

La elección del transductor adecuado depende de la especie animal y del tipo de exploración a efectuar (Fritsch y Gerwing, 1996). Existen tres tipos de transductores: (Rantanen y McKinnon, 1998).

- a) Sectorial Mecánico: Amplio recorrido del cristal para una mejor resolución, presenta una ventana pequeña para visualización entre las costillas
- b) Lineal: Amplio plano de contacto, ideal para pequeñas estructuras con 7.5 MHz, la mayoría de los transductores más solicitados en veterinaria, para exploración transrectal, son de esta categoría
- c) Convexo: Maneja un amplio campo a distancia con un tamaño de ventana idóneo, cuenta con un foco electrónico para una mejor resolución a profundidad.

### 3.5 Monitores

Todos los ecografos tienen un monitor incorporado, para poder reconocer los detalles de la imagen, este no debe ser demasiado pequeño; es importante que el equipo disponga de conexiones a un monitor mas amplio o a un televisor (Fritsch y Gerwing, 1996).

### 3.6 Técnica de Exploración

La exploración transrectal es el abordaje mas común para el examen ecográfico del tracto reproductor de la yegua. Los transductores mas usados son los de frecuencias 3.5, 5.0 y 7.5 MHz, siendo su elección en función del tamaño y localización de las estructuras de interés. Para exámenes rutinarios de estructuras relativamente pequeñas y localizadas cerca de la pared rectal como los ovarios, úteros no grávidos o incluso gestaciones tempranas; esta indicado el uso de

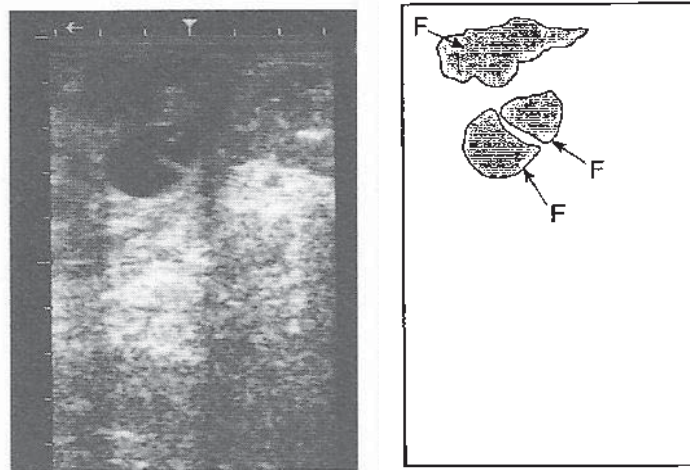
transductores de 5.0 y 7.5 MHz, de forma contraria, para el examen de estructuras más grandes como el útero o el feto a partir de la mitad de la gestación, o el útero en el posparto, es más ventajoso el uso de transductores de 3.5 MHz, ya que la penetración es más importante que el detalle de la imagen (Goddart, 1995).

La preparación y las precauciones para la ecografía transrectal son las mismas que para una palpación transrectal. Las condiciones de examen deben ser optimizadas por ejemplo, la pantalla del ecógrafo a la altura de los ojos, luz externa minimizada, la yegua bien inmovilizada en un potro. Un medio de contacto como la carboximetilcelulosa debe ser usado tanto como lubricante, como para establecer contacto y eliminar el aire entre la mucosa rectal y la cara del transductor (Goddart, 1995).

#### **4. ANATOMIA ECOGRAFICA**

##### **4.1 Ovarios**

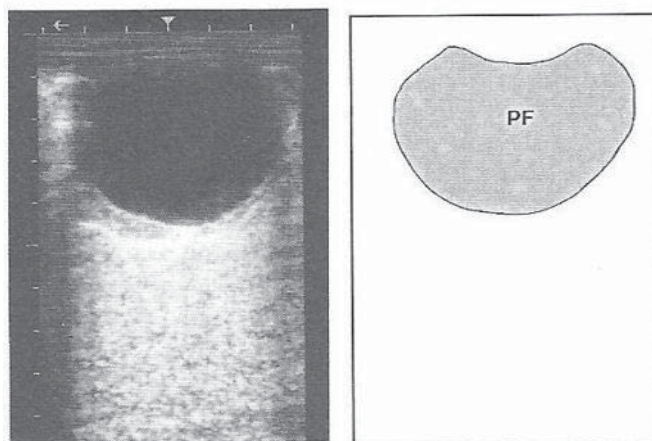
Los folículos aparecen como estructuras circunscritas y negras, que tienen forma esférica o irregular. Las formas irregulares son atribuibles a la compresión por los folículos adyacentes, estructuras luteínicas o del estroma ovárico. Folículos tan pequeños como de 2 a 3 mm pueden ser detectados por un transductor de alta frecuencia; pudiendo llegar al diámetro de los folículos hasta 40 a 50 mm. El número y tamaño de los folículos en un ovario determinado, variara ampliamente y dependerá de la época del año y del estado del ciclo estral o gestación (Goddart, 1995).



**Figura 14.** Folículos en crecimiento.

#### 4.2 Folículo preovulatorio

El folículo preovulatorio crece aproximadamente a razón de 3 mm por día durante el estro. El tamaño del folículo en el día anterior a la ovulación varia considerablemente, los cambios de la forma del folículo de esférico a no esférico (aplanado, con forma de pera o irregular) sucede al acercarse el momento de la ovulación. Los cambios de forma ocurren coincidiendo con el incremento del grosor de la pared folicular determinado ecográficamente, y probablemente con una reducción del tono folicular (Goddart, 1995).



**Figura 15.** Folículo preovulatorio.

### 4.3 Ovulación

La desaparición de un folículo preovulatorio de un tamaño previamente detectado es un indicio de ovulación reciente. La formación e identificación del cuerpo lúteo consiguiente confirma dicha ovulación, existen dos modelos que hablan acerca del vaciamiento folicular: (Goddart, 1995).

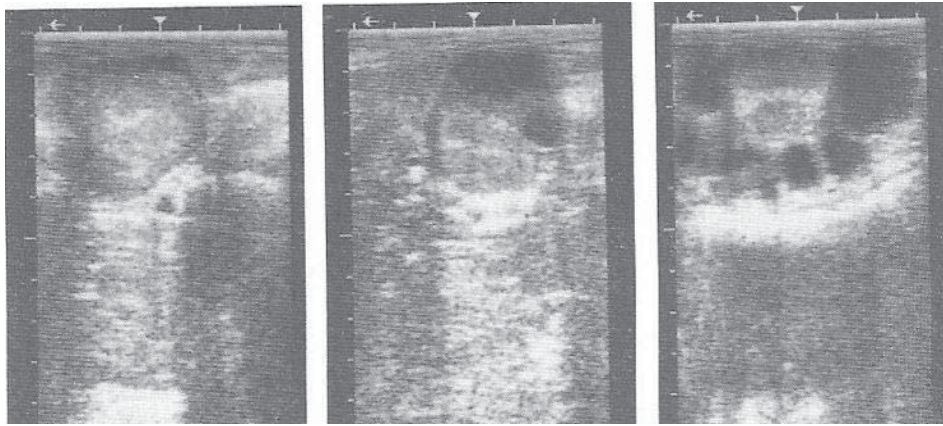
1. Una pérdida brusca de líquido folicular en la que desaparecía en un minuto la mayor parte del líquido.
2. Una pérdida gradual y lenta de líquido folicular en la que el 80% del líquido desaparece en 4 minutos aproximadamente.

Adicionalmente, ocurren cambios pronunciados en la forma de los folículos no ovulatorios contiguos, presagiando o sucediendo conjuntamente a la evacuación del líquido folicular (Goddart, 1995).

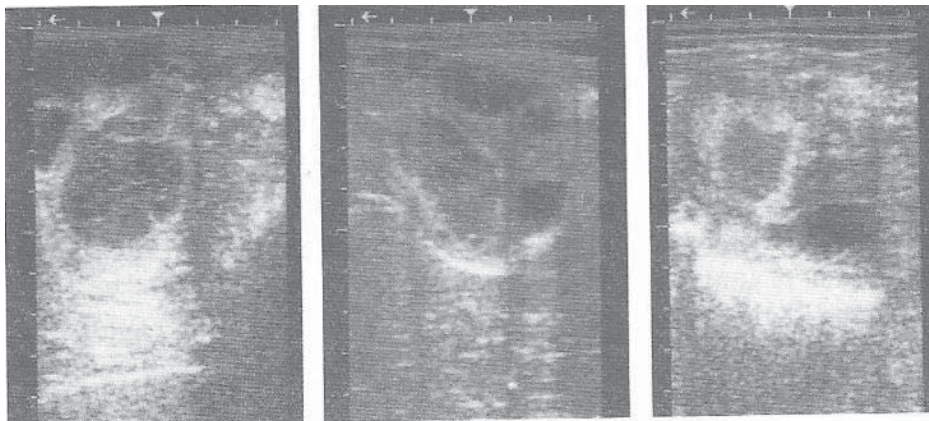
### 4.4 Cuerpo Lúteo

Generalmente, el cuerpo lúteo es detectable con un transductor de 5.0 MHz aproximadamente a los 17 días después de la ovulación. Existen dos morfologías luteales distintas en la yegua. Aproximadamente el 50% de los cuerpos lúteos son uniformemente ecogénicos a lo largo de su período de detectabilidad, esto significa que no tienen cavidad central no ecogénica, o es muy pequeña. El 50% restante desarrolla un área central no ecogénica representativa de un coagulo de sangre, en estos cuerpos lúteos el tiempo medio para la primera detección es aproximadamente 30 horas tras la ovulación; el tamaño del área central crece gradualmente y alcanza un máximo entre los dos y cinco días postovulación (Goddart, 1995).

El brillo del cuerpo lúteo es mayor durante las 24 a 48 h siguientes a su formación, posteriormente disminuye hasta el final de la fase luteal, cuando incrementa nuevamente. Entre otras aplicaciones, la identificación de un cuerpo lúteo puede ser utilizada para determinar si una potra ha alcanzado la pubertad o si una yegua ha entrado en el período de la ovulación (Goddart, 1995).



**Figura 16.** Cuerpos lúteos centralmente ecogénicos



**Figura 17.** Cuerpos lúteos no ecogénicos centralmente.

## 5. GESTACIÓN EN LA YEGUA

### 5.1 Gestación Simple

La gestación de la yegua tiene una duración de 335 a 341 días y se inicia en el momento de la fertilización. El oocito junto con un gran paquete de células del cumulus es ovulado por la fosa de la ovulación, donde muy poco fluido folicular entra al oviducto; el oocito es liberado con el primer cuerpo polar (Metafase II), hacia las 48 horas post-fertilización; el embrión equino secreta un Factor Temprano de Preñez (EPF), llega al útero al 5 a 6 día (144-158 hr), en etapa de morula o blastocisto temprano. El oviducto de la yegua tiene la capacidad, única entre las especies domesticas, de reconocer entre el ovulo fertilizado (cigoto equino) y aquel que no lo está, posiblemente debido a la producción de PGE<sub>2</sub> por parte del embrión, mientras que los óvulos sin fertilizar son retenidos en los pliegues oviductuales, pudiendo permanecer en este sitio durante varios meses, hasta que degeneran y son reabsorbidos, esta es la razón por la cual los lavados de embriones en equinos solo se obtienen embriones y nunca oocitos (Galina y Valencia, 2008; Allen, 2005).

A partir de la formación del blastocito, que ocurre entre el 7 a 8 postovulación, comienza con una expansión relativamente rápida que resulta en el adelgazamiento de la zona pelúcida, su ruptura y posterior eliminación. Sin embargo, el embrión equino nunca queda descubierto al salir de la zona pelúcida como ocurre en otras especies, ya que durante la formación del blastocisto se deposita entre el trofoblasto y la zona pelúcida una estructura llamada capsula equina formada de material glicoproteico que permanecerá rodeando al embrión hasta que comienza a desintegrarse a partir del día 20 a 21 de la gestación (Galina y Valencia, 2008).



Se cree que esto se debe a que la yegua presenta una calor fértil posparto rápido; por eso necesita de una estructura mas resistente que el trofoblasto, que cumpla una función de protección mecánica ante las contracciones uterinas que se producen durante las primeras semanas de la gestación, y que son necesarias para la movilidad y la orientación del embrión (Galina y Valencia, 2008).

Alrededor del día 11 de la gestación, la superficie interna del blastocele es recubierta internamente por una capa de células de origen endodérmico que forman el saco vitelino, con el que el blastocisto adquiere una estructura bilaminar constituida internamente por el saco vitelino de origen endodérmico y externamente por el trofoblasto de origen ectodérmico (Galina y Valencia, 2008).

La PG se empieza a secretar hacia el día 14 del ciclo estral y por consiguiente el embrión debe enviar la señal antiluteolítica entre el día 14 y 16 post-ovulación, para que esto se lleve a cabo, es necesario que el embrión indique su presencia a la madre mediante movimientos de la vesícula, la cual debe ponerse en contacto con toda la superficie del endometrio para bloquear en forma efectiva la secreción pulsátil  $PGF_{2a}$ , manteniéndola en forma basal. El desplazamiento del embrión ocurre mediante contracciones uterinas, las que son provocadas por el propio embrión, el cual secreta  $PGF_{2a}$  y  $PGE_2$ , la mayor movilidad se da entre los días 11-14 y puede atravesar los cuernos en dos horas; en algunos casos existe la presencia de adherencias intrauterinas que obstruyen la luz del útero y que por consiguiente evitan el desplazamiento del embrión, al no poder movilizarse por todo el útero, la señal antiluteolítica es débil y por consiguiente no se da el reconocimiento materno, se secreta PG, la yegua entra en celo y el embrión muere (Galina y Valencia, 2008; Allen, 2005).

En el día 15 o 16 ocurre la fijación de la vesícula, que es favorecida por el aumento de diámetro del embrión y por un incremento del tono uterino que provoca una mayor resistencia al movimiento, el embrión se fija en el lado

antimesometrial (parte ventral de la base del cuerno); este proceso depende de la progesterona y parece estar determinado por el aumento del tono uterino. Poco después de fijarse el embrión, se produce la orientación de la vesícula embrionaria con respecto a la unión mesometrio con el útero; el sacovitelino, es mesometrial. Hacia la cuarta semana se forma el alantoides y empieza a desplazar el embrión hacia el lado mesometrial (Galina y Valencia, 2008; Knowles *et al*, 1993).

A partir del día 16, el corión comienza a emitir unas proyecciones llamadas pliegues amnióticos, que engloban al disco embrionario. Los pliegues amnióticos se fusionan alrededor del embrión, dejándolo envuelto en el saco amniótico. Alrededor del día 20 comienza a formarse una evaginación de la vejiga, la cual, al crecer, sale del cuerpo del embrión para formar el saco alantoideo, el cual mantiene el contacto con el interior del embrión a través de lo que posteriormente será el cordón umbilical. Al ir creciendo, el alantoides va ocupando el espacio localizado por debajo del embrión, llegando a ponerse en contacto estrecho con el corión para formar la membrana corioalantoidea (Galina y Valencia, 2008).

Alrededor del día 30 de la gestación, en el sitio de unión entre el saco alantoideo en crecimiento y el saco vitelino en regresión, se forma una banda prenden las células coriónicas que colonizaran el endometrio para formar las copas endometriales. En el día 40 comienzan aq producirse secreciones significativas de gondotropina coriónica equina (eCG), antes llamada gonodotropina sérica de yegua gestante (PMSG o Pregnant Mare Serum Gonadotrophin). Se ha demostrado que la eCG es idéntica a la LH equina, y la síntesis de ambas hormonas es codificada por el mismo gen, el cual se expresa en la adenohipofisis en el caso de LH, y en las células de las copas tiene una función lúteotrópica, siendo la hormona responsable de mantener estimulados a los cuerpos lúteos para que se mantenga la secreción de progesterona (Galina y Valencia, 2008).

La progesterona empieza a elevarse 2 a 4 días después de la ovulación conforme se desarrolla el cuerpo lúteo, y debido al reconocimiento de la gestación se evita la destrucción de dicho cuerpo lúteo. Las concentraciones de progesterona empiezan a disminuir ligeramente antes del día 30 de la gestación, pero vuelven a elevarse entre el día 30 y 42 de la gestación, al irse formando los primeros cuerpos lúteos accesorios. Estos provienen de folículos que se desarrollan en los ovarios y que son ovulados en diferentes momentos de la gestación, comenzando alrededor del día 35 de la gestación (Galina y Valencia, 2008).

## **5.2 Gestación Gemelar**

Los gemelos de la yegua ocurren por ovulaciones dobles, las cuales pueden ser sincrónicas o asincrónicas. Las ovulaciones sincrónicas ocurren en un lapso de 24hr, mientras que las asincrónicas pueden ocurrir entre los 2 a 10 días después de la primera ovulación (Macpherson y Reimer, 2000).

La incidencia de gestaciones de mellizos identificadas después del día 35 - 40 es baja, por eso es poco frecuente que los veterinarios se enfrenten con una preñez de mellizos después del día 35 - 40. Las preñeces de mellizos identificadas después del día 40 deben manejarse para evitar la alta tasa de abortos, la baja viabilidad neonatal, el retraso en el crecimiento fetal, las distocias y la baja fertilidad que trae como consecuencia una gestación doble (Ball, 2000).

Las preñeces gemelares son la segunda causa de aborto mas frecuente, seguida de la endometritis, particularmente en la raza Pura Sangre Inglés (PSI), aproximadamente el 31% de las yeguas presentan aborto gemelar, el 60% pierden uno de los gemelos y llevan el otro a termino, mientras que solo el 9% llevan ambos gemelos a termino. Adicionalmente, las yeguas que llevan gemelos a término tienen gran riesgo de sufrir distocia y la tasa de supervivencia de los gemelos es mas baja, particularmente del gemelo mas pequeño, a su vez las

yeguas presentan mayor tasa de retención de placenta y menor fertilidad después del parto gemelar (Mari *et al*, 2004).

Como se menciona anteriormente el 60% de las yeguas reducen de manera natural uno de los embriones, este proceso ocurre generalmente después de que se presenta la fijación de los embriones al día 16 a 17; el 70% de las vesículas se fijan en el mismo cuerno y esto parece estar ligado a la reducción natural de los gemelos posiblemente por competencia de nutrientes. Si las vesículas se fijan en cuernos diferentes, la mortalidad embrionaria es menor y la posibilidad de que los gemelos continúen la gestación es mayor (Mari *et al*, 2004).

Existen algunas estrategias para prevenir las gestaciones gemelares, como: (Macpherson y Reimer, 2000; Mari *et al*, 2004)

- a. No servir a la yegua en un ciclo donde haya dos folículos posiblemente ovulatorios, sin embargo este método nos es muy recomendable por que se pierde tiempo y además las yeguas tienden a repetir este patrón de doble ovulación posiblemente por un componente genético.
- b. Cuando el tamaño de los folículos es diferente, se debe considerar evitar la utilización de inductores de celo y ovulación que facilitarían que los dos folículos ovularan.
- c. Diagnostico temprano y destrucción manual de un embrión. Para yeguas que sospecha de una ovulación doble, se debe hacer un chequeo de preñez entre los 12 y 30 días para poder eliminar uno de los dos embriones. La tasa de éxito es del 96% antes del día 17 de gestación. Se recomienda realizar este procedimiento antes de la fijación, para poder mover una vesícula hasta la punta del cuerno y separarla de la otra y destruirla manualmente. Idealmente se busca la vesícula de menor tamaño. Para

destruir la vesícula se puede utilizar el transductor y presionar contra las paredes de la pelvis o solamente con la mano. Se debe confirmar por U.S. la destrucción del embrión y la viabilidad del otro.

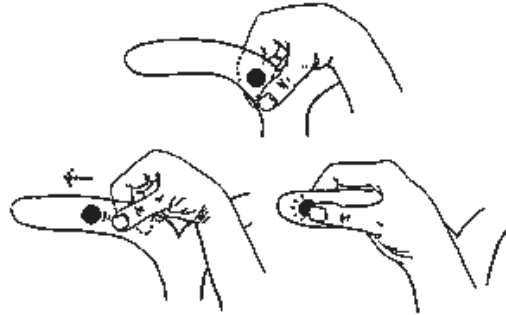


Figura No. 18 Destrucción manual de un embrión

- d. Esperar hasta el día 30 de gestación. Se puede esperar este tiempo para evaluar si la yegua, por si sola, realiza la reducción natural del embrión. Si no lo hace se debe aplicar PG para inducir aborto. No olvidar que no se puede pasar de 35 días por que la yegua entra en la etapa de CL accesorios y el aborto es mas difícil de lograr (50%) con una dosis de PG y la entrada a celo se demora hasta los 120 a 150 días.
- e. Punción cardíaca. Se requiere de un transductor de 3.5 a 5 MHz y además de una guía de aguja fijada al equipo de U.S. para ser guiada hasta el corazón fetal de uno de los gemelos. La yegua se debe de tranquilizar y se le puede aplicar además antiPG (Flunixin), antibióticos por 7 a 10 días y progesterona (300 mg/día x 30 días o hasta que se presente el aborto). Se inyecta Cloruro de potasio directo al corazón del feto mas pequeño (2 mEq/ml; 3 a 15 ml; hasta observar paro cardíaco) a través de una aguja 18G de 6 pulgadas. Este procedimiento se lleva a cabo desde los 56 días de gestación hasta los 110 días. El 50% de los fetos inyectados se momifican permitiendo que el otro llegue a término, el otro 50% abortan

dentro de los 30 días siguientes al procedimiento. Es importante el monitoreo semanal de la gestación si se aplica progesterona ya que los fetos pueden morir pero no se expulsan por la inhibición de las contracciones uterinas ocasionadas por la P4.

- f. Tratamiento con progesterona cuando no se ha podido eliminar un gemelo. En muchos casos se sospecha de preñez gemelar cuando la yegua desarrolla glándula mamaria hacia el octavo mes de gestación. En otros casos se sabe que había gemelos pero se decide continuar con la preñez a pesar del riesgo de aborto. Para este tipo de ocasiones se ha reportado que el tratamiento diario de 300 mg de P4 (hasta dos semanas antes de la fecha esperada de parto) ha permitido que las yeguas lleguen a término y generalmente paren un potro normal y otro momificado.

## **6. DIAGNOSTICO DE GESTACION POR U.S.**

Se puede diagnosticar gestación desde los 11 a 12 días con transductor de 5 a 7.5 MHz, buen equipo y buena experiencia, a pesar de ser un buen sistema de detección temprana de preñez se debe considerar que las yeguas presentan altas tasas de mortalidad embrionaria y por consiguiente se deben reconfirmar varias veces después del diagnóstico inicial. Sería más práctico hacer el primer examen al 18 a 20, ya que la yegua presenta signos de preñez o signos de celo, excepto en algunas condiciones de pseudopreñez (Reunandin, 2001).

La precisión para diagnóstico de gestación al día 15 es mayor al 97.4%. Los errores están dados por diagnósticos muy tempranos, confusión con quistes endometriales e inexperiencia del veterinario (Reunandin, 2001).



Figura No. 19 Gestación de 21 días de edad



Figura No. 20 Gestación de 24 días de edad



Figura No. 21 Gestación de 28 días de edad



Figura No. 22 Gestación de 35 días de edad



Figura No 23 Gestación de 40 días de edad



Gestación de 45 días de edad



Cuadro No. 1 Diagnostico de Gestación por U.S. (Renaundin, 2001).

<b>Edad en días</b>	<b>Características</b>
<b>11 a 12</b>	Vesícula esférica de 2 a 3 mm, esta es completamente esférica. Existe demasiada movilidad por parte de la vesícula por lo cual se debe de escanear lentamente y completo el cuerpo del útero.
<b>17 al 26</b>	Embrión fijo en la base de uno de los cuernos. A partir de este momento la vesícula comienza a perder la forma circular y presenta una meseta en su tasa de crecimiento. Se detecta latido cardíaco, visibilidad del alantoides.
<b>40 al 50</b>	El embrión se encuentra en la parte superior de la vesícula, desaparece el saco vitelino, existe formación de copas endometriales, aparece el cordón umbilical.
<b>59 al 78</b>	Se puede realizar sexaje fetal

---

De igual manera se puede realizar un diagnostico de gestación por medio de palpación rectal, desde el día 18 postservicio basándose en cambios en el útero y los ovarios. Para emitir un diagnostico de gestación positivo es necesario localizar el abultamiento que se forma cerca de la bifurcación uterina, sitio donde se fija la vesícula embrionaria entre el día 18 y el día 60 de la gestación.

Cuadro 2. Diagnostico de Gestación por palpación transrectal

<b><i>Edad en días</i></b>	<b><i>Características</i></b>
<b>18 a 20</b>	Excelente tono uterino, cuello largo y con tono. La vesícula tiene un tamaño de 10 a 20 mm y no es detectable a la palpación.
<b>21 a 22</b>	Excelente tono uterino, cuello largo y con tono; detección de la vesícula (20 a 40 mm) con mucha experiencia. Se detecta en la base de uno de los cuernos, protruyendo centralmente.
<b>23 a 30</b>	Mayor precisión por palpación rectal. Tamaño de la vesícula de 40 a 50 mm. Excelente tono uterino, cuello largo y con tono. Es importante detectar preñez antes del día 35 por que un aborto inducido de forma natural después de este momento no lleva a retorno de celo, debido a que se han formado las copas endometriales.
<b>31 a 40</b>	La vesícula mide 65 mm.
<b>41 a 50</b>	Vesícula de 8 cm. Ya empieza a invadir el cuerpo del útero.
<b>51 a 60</b>	Vesícula de 10 a 13 cm ya invade todo el cuerpo del útero. Se inicia el descenso del útero y aumentan la tensión de los ligamentos ováricos desplazando los ovarios ventralmente.
<b>60 a 100</b>	Mayor descenso, ovarios ventrales y cerca el uno del otro. No hay baloneo
<b>101 a 130</b>	Se puede palpar el feto.

---

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. **Allen, W.R.** 2005. Maternal recognition and maintenance of pregnancy in the mare. *Animal Reproduction*. Belo Horizonte. 2:209-223.
2. **Ball, B.A.** 2000. Manejo de la gestación de mellizos en la yegua después de la formación de las copas endometriales. *Recent Advances in Equine Reproduction*. Department of Population Health and Reproduction, School of Veterinary Medicine, University of California, USA. pp. 1-5.
3. **Bellenda, O.G.** 2003. La Ecografía aplicada a la Reproducción en Especies de interés productivo. Pie Medical.
4. **Bellenda, O.G.** 2007. La Ecografía en la Reproducción de Equinos. Montevideo, Uruguay. EcografiaVet.
5. **Bour, B., Palmer, E., Driancourt, M.A.** 1995. Stimulation of ovarian activity in the pony mare during winter anoestrus. In: Ellendorff, F., Elsaesser, F. Eds., *Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals*. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht, pp. 85–97.
6. **Cunningham, J.G.** 2003. *Fisiología Veterinaria*. 3° Edición. Editorial Elsevier. Madrid, España. pp. 382-387.
7. **Dowsett, F.K., Knott, M.L., Woodward, A.R., Boder, A.D.** 1993. Seasonal variation in the estrous cycle of mares in the subtropics. *Theriogenology*. 39:631-653.
8. **Dyce, K.M., Sack, W.O. y Wensing, C.J.G.** 1999. *Anatomía Veterinaria*. 2° Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México, D.f. pp. 607-612

9. **Engelhardt, W.V. y Breves, G.** 2002. Fisiología Veterinaria. 1° Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. México, D.f. pp. 551-563.
10. **Fitzgerald, B.P. y Schmidt, M.J.** 1995. Absence of an association between melatonin and reproductive activity in mares during the nonbreeding season. Biol. Reprod. Monogram 1, 425–434.
11. **Fritsch, R. y Gerwing, M.** 1996. Ecografía de perros y gatos. 1° Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 12 – 16.
12. **Galina, C y Valencia, J.** 2008. Reproducción de los Animales Domésticos. 3ª Edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México, D.f. pp.414 – 416, 423 – 427.
13. **Galina, C. y Valencia, J.** 2006. Reproducción de los Animales Domésticos. 2° Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. pp. 85, 99, 100
14. **Ginther, O.J.** 1992. Reproductive Biology of the Mare. USA. Editorial 2Equiservices Publishing, Cross Plains.
15. **Goddard, P.I.** 1995. Ecografía Veterinaria. 1° Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. pp 191 – 215
16. **Guillaume, D. y Palmer, E.** 1992. Lumiere, mélatonine et reproduction chez la jument. Annales de Zootechnie 41; 263-269.
17. **Guillaume, D. y Palmer, E.** 1991. Effect of oral melatonin on the date of the first ovulation after ovarian inactivity in mares under artificial photoperiod. J. Reprod. Fertil., Suppl. 44, 249–257.

18. **Guillaume, D.<sup>1</sup> y Salazar, O.J.<sup>2</sup>** 2009. Seasonal ovulatory inactivity in Mares: Respective part of photoperiod and body condition. Part 1: Photoperiod and melatonin effects. Part 2: Endogenous rhythm and body condition effects. <sup>1</sup>UMR 6175 INRA/CNRS-Université F. Rabelair of Tours-Haras Nationaux, Centre of research of Tours 37380 Nouzilly, France. <sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz K. 348, Congregación Manuel León 94946. Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. Memorias del VII Curso Internacional de Reproducción en Equinos. México. pp. 61 – 73.
  
19. **Hernández, G. M.** 2009. Requerimientos Nutricionales del Equino Reproductor. Memorias XXXI Congreso Anual “Los grandes de la Medicina Veterinaria Equina en México”. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Équidos, A.C. Puerto Vallarta, Jalisco. pp. 44-56.
  
20. **Knowles, J.E. Squires, E.L., Shideler, R.E., Tarr, S.F., Nett, T.M.** 1993. Relationship of progesterone to early pregnancy loss in mares. Journal of Equine Veterinary Science. 13:528-533.
  
21. **Kubiak, J.R., Crawford, B.H., Squires, E.L., Wrigley, R.H., Ward, G.M.** 1997. The influence of energy intake and percentage body fat on the reproductive performance of nonpregnant mare. Theriogenology 28, 587–598.
  
22. **Little, O.C.** 1994. The mare: Breeding Soundness, Examination and Reproductive Anatomy. Kentucky State University, Frankfort. Issued 11-88.

23. **Malpaux, B., Thiery, J.C. y Chemineau, P.** 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39, 355–366.
24. **Mari, G., Iacono, E., Merlo, B. y Castagnetti, C.** 2004. Reduction of twin pregnancy in the Mare by transvaginal ultrasound-guided aspiration. *Reproduction Animal*, 39:434-437.
25. **Muñoz, M.B.** 2006. Importancia de la Ecografía en el Mejoramiento de la Fertilidad Equina. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronomicas. Universidad de Chile. *Tecno Vet.*
26. **Noakes, D.E., Parkinson, T.J., England, G.C.W., Arthur, G.H.** 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. 8° Edition. British Library Cataloguing in Publication Data. China. pp. 4, 5
27. **Norman, W.S., Johana, M.N., Rantanen, A.H.** 1998. *Equine Diagnostic c ultrasonografic*. Editorial Mosby. Colorado State University. pp. 200-212
28. **Rantanen, W.N. y McKinnon, O.A.** 1998. *Equine Diagnostic Ultrasonography*. 1° Edition. Ed. Williams & Wilkins, a Waverly Company. United States of America. pp. 4-18.
29. **Renaudin, C.D.** 2001. Ultrasonographic Determination of Equine Fetal Gender. In: *Resent Advances in Equine Reproduction*, B.A. Ball. Editorial Publisher: International Information Service. Ithaca, New York, USA.
30. **Rossdale, D.P.** 1993. *El Caballo: De la Concepción a la Madurez*. 1° Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 3, 6, 8, 27

31. **Salazar Ortiz, J.<sup>1</sup>, Nagy, P<sup>2</sup>. y Guillaume, D.<sup>3</sup>** 2009. Estacionalidad de l yegua. Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km. 348, Congregación Manuel León 94946 Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. Apdo. Postal 143 Col. Centro 94500 Córdoba, Veracruz, México<sup>1</sup>. Equipe de Neurobiologie et Maîtrise des Fonctions Saisonnière. INRA, UMR85 Physiologie de la Reproduction et des Comportements, CNRS, Université de Tours, Haras Nationaux, F-37380 Nouzilly, France<sup>2,3</sup>. Memorias del VII Curso internacional de Reproducción en Equinos. México. pp. 6 – 28
32. **Sisson, S. y Grossman, J.D.** 1996. Anatomía de los Animales Domésticos. Tomo I. 5° Edición. Salvat Editores, S.A. México, D.f. pp. 605-612.
33. **Swensen, M.J. y Reece, W.O.** 1999. Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes. Tomo II. 2° Edición. Editorial Limusa S.A. de C.V. México, D.f. pp. 690