



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**FOLÍCULOS ANOVULATORIOS EN
EL PERIODO DE TRANSICIÓN EN YEGUAS**

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

P.MVZ. HEPSIVA ARIDNERE HERNÁNDEZ MARÍN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MVZ. JOSÉ FARÍAS MENDOZA

Profesor-Investigador Titular

COASESOR: MVZ. Certificado. JOSÉ FRANCISCO LEMUS SUÁREZ

Morelia, Michoacán. Septiembre de 2014.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

SERVICIO PROFESIONAL

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**FOLÍCULOS ANOVULATORIOS EN
EL PERIODO DE TRANSICIÓN EN YEGUAS**

QUE PRESENTA:

P.MVZ. HEPSIVA ARIDNERE HERNÁNDEZ MARÍN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán. Septiembre de 2014

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua	5
1.1.1. Ovarios	5
1.1.2. Oviducto	6
1.1.3. Útero.....	7
1.1.4. Vagina	8
1.1.5. Vulva.....	8
1.2. Ovogénesis	9
1.3. Foliculogénesis	10
1.4. Ovulación	12
1.5. Dinámica Folicular	13
1.5.1. Reclutamiento.....	14
1.5.2. Selección	14
1.5.3. Dominancia.....	14
1.6. Factores que Influyen en la Ciclicidad de la Yegua	15
1.6.1. Fotoperiodo	15
1.6.1.1. Efecto del fotoperiodo sobre la actividad reproductiva de la yegua....	16
1.6.2. Otrosfactores	18
1.6.2.1. Efectos ambientales	18
1.6.2.2. Estado nutricional.....	19
1.6.2.3. Neurotransmisores	20
1.7. Función de la Glándula Pineal en la Reproducción de la Yegua	23

1.8. Endocrinología Reproductiva de la Yegua	24
1.9. Pubertad de la Yegua	28
1.10. Ciclo Estral de la Yegua	29
1.10.1. Etapas del ciclo estral.....	29
1.10.2. Fases del ciclo estral.....	31
1.11. Periodo de Transición en la Yegua	32
1.11.1. Características foliculares durante el periodo de transición	34
1.12. Consideraciones Para el Manejo Reproductivo de la Yegua	36
2. CONCLUSIONES	38
3. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1. Anatomía del aparato reproductor de la yegua.	5
Figura 2. Cambios en el cérvix durante el ciclo estral y gestación	7
Figura 3. Interacción entre ambiente y organismo	25
Figura 4. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario	27
Figura 5. Comportamiento sexual de la yegua ante el macho	30
Cuadro 1. Duración de las etapas del ciclo estral y momento de la ovulación. 31	
Cuadro 2. Estacionalidad de la yegua	34
Cuadro 3. Patrones de ondas foliculares	35

1. INTRODUCCIÓN

Algunos de los animales han desarrollado estrategias de reproducción estacional que aseguren que las crías nazcan en el momento apropiado del año. En los equinos, 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, 2009).

La hembra equina es una de las que más atención requiere para lograr índices reproductivos eficientes. Su sistema reproductor es complejo y se debe estudiar de forma metódica, buscando la individualidad, considerando todos los factores que influyen, directa o indirectamente en el desarrollo, pubertad, la manifestación de celo y el momento de la ovulación (ACPA, 2008).

Se considera a la yegua como una especiepoliéstrica estacional, fototrópica positiva, por lo que la estación reproductiva se manifiesta a fines de primavera y durante el verano. Generalmente, luego del anestro invernal, las yeguas entran en un periodo de transición, caracterizado por una actividad cíclica errática antes de ingresar al periodo de actividad sexual regular y fértil. Este periodo de transición es sumamente variable entre los individuos tanto en características como en duración. Este es un periodo que coincide con el comienzo de la temporada de servicios impuesta en forma arbitraria por la asociaciones de cría, por lo que muchas veces genera frustraciones en los propietarios (Zamudio, 2005).

Este trabajo se plantea como objetivo, la elaboración de un documento con la información básica, que sirva de consulta de manera práctica a profesionales de la Medicina Veterinaria, alumnos, y productores interesados en los aspectos reproductivos que manifiesta la yegua.

1.1. Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua

La yegua es un animal poliéstrico estacionario de días largos, o sea, puede presentar varios ciclos estrales, pero ocurren fundamentalmente, en periodos de más luminosidad (ACPA, 2008).

El aparato reproductor de la hembra es un conjunto de órganos que tienen como función producir la célula germinal (ovulo), producir hormonas propias del sexo y acoplarse con el órgano copulador del macho, además de ser el sitio donde se efectúa la fecundación, la gestación y expulsión del feto durante el parto. Los órganos reproductores de la yegua se dividen en órganos glandulares (ovarios), órganos tubulares (oviducto, útero, vagina, vulva), y órganos anexos (glándulas mamarias) (Valle, 2010).

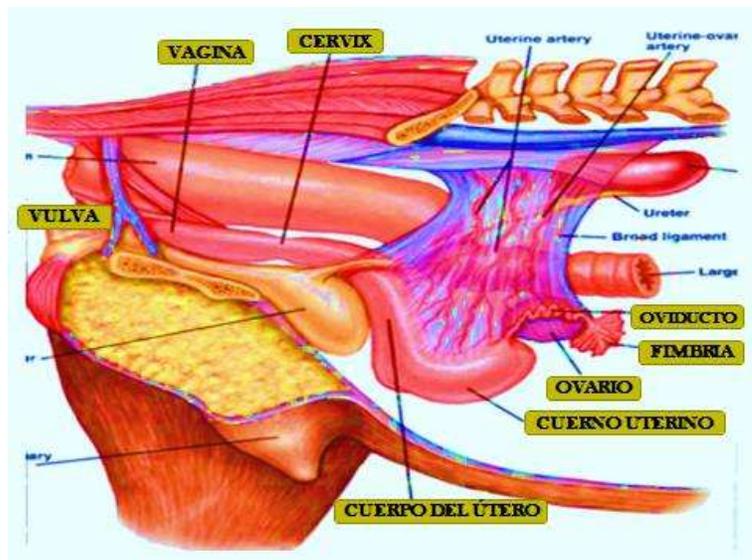


Figura 1. Anatomía del aparato reproductor de la yegua (Valle, 2010).

1.1.1. Ovarios

Los ovarios son los principales órganos que intervienen en la reproducción; funcionan como glándulas endocrinas al producir hormonas esteroides y como glándulas exocrinas al producir y liberar óvulos. Anatómicamente están situados en la región sublumbar (Valle, 2010), y ventrales a las IV o V vértebra lumbar la distancia media (Sisson, 2005). Tiene forma de riñón, su tamaño varía según la edad, raza, alzada y la fase reproductiva de la yegua. En la yegua adulta cada ovario

pesa aproximadamente 50 a 75 gramos; mide 3 a 4 cm de ancho y alcanzan su tamaño máximo a los 3 o 4 años de edad y después disminuye (Valle, 2010). El ovario izquierdo es normalmente más pequeño (2 a 3 cm) y está más caudal que el derecho (Sisson, 2005).

1.1.2. Oviducto

Este componente del sistema reproductor de la yegua actúa como conducto excretor de los ovarios, ya que ellos transportan los ovocitos de las glándulas reproductoras al útero (Ríos, 2011). Sin embargo no están en continuidad directa con las glándulas, ya que más bien son en parte contiguas a estas y, en parte, insertas en ellas (Sisson, 2005).

El oviducto (izquierdo y derecho), conocido también como trompas uterinas, son dos tubos flexibles de 20 a 30 cm de largo (Valle, 2010), extendiéndose desde la extremidad de los cuernos hasta el ovario y de 2 a 3 mm de grosor. 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) (Sisson, 2005).

Los oviductos se dividen en tres partes: el **infundíbulo** (porción más cercana al ovario), **ámpula** (porción media), **istmo** (porción final de los oviductos) (Valle, 2010). La extremidad ovárica está expandida, algunas veces en forma de embudo, por lo que se denomina infundíbulo de la trompa uterina. El borde de este último está hundido y forma prolongaciones irregulares denominadas fimbrias, algunas de las cuales, la fimbria ovárica, está instalada en la fosa de ovulación (Sisson, 2005).

Los folículos que están próximos a madurar, se dirigen hacia la fosa de ovulación y esta se va a encargar de captar el ovulo y facilitar que entre en el oviducto (Valle, 2010). El oviducto ayuda entonces en el transporte de los espermatozoides y el ovulo, hasta que se encuentran en un sitio en común (ampolla) para que se lleve a cabo la fertilización (Valle, 2010).

1.1.3. Útero

El útero es un órgano muscular liso hueco donde se lleva a cabo la gestación (Valle, 2010). Se continúa con las trompas uterinas cranealmente y se abre en la vagina caudalmente. Está situado en la cavidad abdominal, pero se prolonga dentro de la cavidad pelviana (Sisson, 2005). En la yegua el útero es de tipo bipartido, consta de dos cuernos, un cuerpo, y un cuello uterino o cérvix (Valle, 2010).

Los **cuernos del útero** están situados totalmente en el abdomen. Son cilíndricos cuando están moderadamente distendidos y tienen unos 25 cm de longitud. Los dos cuernos son por lo común no simétricos en cuanto a longitud y diámetro en las yeguas que han parido de jóvenes (Sisson, 2005). El **cuerpo del útero** se encuentra entre la cavidad abdominal y pélvica. Mide de 18 a 20 cm de longitud por 10 cm de diámetro. Este órgano está fijo a las paredes abdominal y pélvica por el ligamento ancho. Mientras que el **cérvix o cuello uterino** es la parte más caudal y estrecha que se une con la vagina. Tiene unos 5 a 7.5 cm de longitud y de 3.5 a 4 cm de diámetro (Valle, 2010).

El cérvix está formado por la concentración de fibras musculares, su extremo craneal abre hacia el cuerpo del útero y su extremidad caudal abre hacia la vagina y se

proyecta en parte dentro de esta. En el centro presenta el conducto cervical. Este se abre o cierra de acuerdo con el estado fisiológico reproductivo (Valle, 2010).

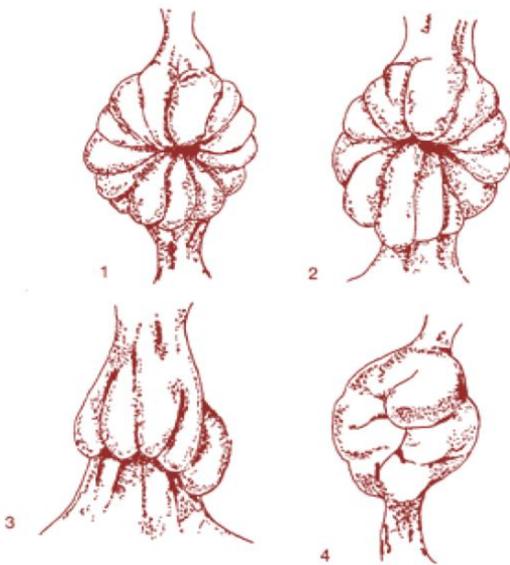


Figura 2. Cambios en el cérvix durante el ciclo estral y gestación: (1) diestro; (2) inicio del estro; (3) término del estro; (4) gestación (Pérez, 2010).

1.1.4. Vagina

La vagina es el canal que se extiende horizontalmente a través de la cavidad pelviana desde el cuello uterino a la vulva. Es un órgano tubular de 15 a 20 cm de largo y cuando está ligeramente distendida alcanza de 10 a 12 cm de diámetro. Su dilatabilidad parece estar ligeramente limitada por la pared pelviana (Sisson, 2005). El lumen de la vagina se encuentra colapsado, excepto durante el parto (Valle, 2010).

El conducto craneal de la vagina en sentido estricto es un conducto puramente reproductor que va desde el cuello hasta la entrada de la uretra. La parte caudal, combina funciones reproductoras y urinarias. Las dos partes juntas constituyen el órgano copulatorio de la yegua y el canal del parto (Valle, 2010).

La parte caudal se continúa directamente con el **vestíbulo vaginal**, dentro del cual no existe línea de demarcación, excepto el pliegue transversal que cubre el orificio uretral externo; en los animales jóvenes, este pliegue se continúa al otro lado y forma al himen, el cual estrecha la entrada a la vagina (Sisson, 2005). El himen es un pseudoesfinter que actúa como una barrera física que ayuda a prevenir la pneumovagina que es la aspiración del aire dentro de la vagina. El vestíbulo vaginal es la unión entre la vagina y el vestíbulo, llega a medir de 10 a 12 cm de longitud (Valle, 2010). Este tiene glándulas vestibulares centralmente que secretan un moco el cual provee de lubricación al tracto tubular posterior (Valle, 2010).

1.1.5. Vulva

La vulva constituye la parte externa del tracto reproductivo de la hembra, consta de dos labios. Los **labios vulvares** en la yegua son redondos y prominentes. Se encuentran dorsalmente en ángulo agudo y forma la comisura dorsal, que tiene unos 5 cm, ventrales al ano (Sisson, 2005).

En condiciones normales, los labios forman un cierre que minimiza la entrada de material extraño dentro de la vagina, por medio de los músculos constrictores de la vulva. Cuando los labios están separados, se aprecia un cuerpo redondeado de unos 2,5 cm de ancho; que ocupa la cavidad de la comisura ventral; 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 (*frenulumclitoridis*), que solapa al glande y se une centralmente a él. En 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, 2005).

Los labios están cubiertos por una piel lisa, pigmentada y delgada muy vascularizada (Sisson, 2005). La mucosa es de color rosado, forma pliegues y presenta la desembocadura de las glándulas vestibulares mayores y menores (Valle, 2010). Bajo la piel, hay una capa de musculo estriado, que es el constrictor de la vulva fusionado, dorsalmente, con el esfínter externo del ano, abraza el clítoris ventralmente y se esparce, lateralmente, en la comisura ventral. Constriñe el orificio y eleva el clítoris(Sisson, 2005).

El **clítoris** es el homologo al pene y está formado de partes muy similares. El cuerpo tiene aproximadamente 5 cm de largo. Esta insertado en el arco isquial por dos pilares (Pérez, 2010).

1.2. Ovogénesis

La ovogénesis consiste en el proceso de formación y desarrollo del ovocito. Este proceso inicia en las fases tempranas de la vida fetal de la hembra y finaliza con la formación de un determinado número de folículos primordiales (Páez, 2012).La ovogénesis involucra tres fases:

- Una fase proliferativa en que las ovogonias (OO) se dividen activamente
- Una fase meiótica que permite la formación de los ovocitos primarios

- Y una tercera fase de intensa degeneración de las células germinales primordiales (CGP).

Los ovocitos que sobreviven a ésta fase degenerativa son detenidos en el estado de diploteno de la primera división meiótica y están rodeados por una simple capa de células de la granulosa (CG), ésta estructura recibe el nombre de folículo primordial (Páez, 2012).

En el equino, la multiplicación de las ovogonias por mitosis, comienza alrededor del día 50 de gestación y continúa hasta el día 150-160. A partir del día 102 se observan en el ovario de embrión equino, todos los estadios de división meiótica, sí bien son pocos los folículos primordiales que se forman, ya que la mayoría de los ovocitos se degeneran antes de rodearse de las células de la granulosa (Páez, 2012).

En casi todas las especies de mamíferos no se produce división mitótica de la célula germinal femenina después del nacimiento, de manera que, el número de ovocitos presentes al nacimiento representa el total disponible durante la vida del animal. A diferencia del macho (Páez, 2012).

1.3. Foliculogénesis

La foliculogénesis o desarrollo folicular es un proceso continuo que se da en las hembras de todas las especies domésticas, y que da como resultado la ovulación de un folículo maduro y la regresión o involución del mismo. Este proceso es el resultado de la interacción de múltiples componentes celulares que constituyen el folículo y de múltiples factores que son producidos en el ovocito, en las células de la granulosa (CG) o en las células de la teca (CT), y que son controlados bajo el influjo de diferentes factores autocrinos, paracrinos o endocrinos (Páez, 2012).

Naturalmente en los animales jóvenes, existen ovocitos en varios estadios de desarrollo (Sisson, 2005). En la foliculogénesis, un folículo primordial entra al grupo

de crecimiento, y es conducido a uno de dos hechos: la degeneración por atresia (sufrida por el 99% o más) o la ovulación alcanzada por muy pocos (menos del 1%) (Páez, 2012).

Folículo primordial.- Los folículos primordiales, se caracterizan por el ovocito detenido en la profase de su primera división meiótica, rodeado por una capa plana de células de la granulosa. Estos folículos forman la reserva gametogénica o población de folículos de reserva, que una hembra va a utilizar en toda su historia reproductiva, a partir de estos folículos de reserva se originan los folículos de crecimiento (Páez, 2012).

Folículos preantrales (Folículo primario y secundario).- En el folículo primario, las células planas de la granulosa antes de comenzar a dividirse por mitosis, se diferencian en una capa de células de forma cúbica que rodea al ovocito y la teca interna comienza su diferenciación. El folículo secundario, es aquel en el cual se completa la proliferación de las células de la granulosa y las mismas aumentan de tamaño (Páez, 2012).

A partir de los folículos primarios se originan folículos secundarios alcanzando el grado de folículos terciarios, de Graaf, o maduros con la aparición de la pubertad (Méndez, 2010).

Folículo antral o terciario.- Los folículos terciarios se caracterizan por estar rodeados de varias capas cúbicas de células de la granulosa que comienzan a secretar un trasudado que se denomina líquido folicular, que al acumularse produce un reordenamiento de las mismas en células del cúmulo y murales (Páez, 2012). El folículo terciario se caracteriza por un aumento de volumen y una gran complejidad, contiene en principio el ovocito de primer orden, y que da lugar al ovocito de segundo orden cuando se produce la lisis del cumulus (Méndez, 2010).

Folículo preovulatorio o de graff.- Son los folículos que se encuentran listos para ovular (Páez, 2012). En un punto las células foliculares se abigarran para formar un montículo (*cumulusoophorus*), en el que se encuentra incluido el ovocito. Estos sacos se denominan folículos ováricos vesiculosos (folículos de Graff). Cuando están del todo desarrollados, los folículos se sitúan superficialmente y, a menudo, se proyectan ligeramente en la superficie del ovario (Sisson, 2005). En la yegua el folículo preovulatorio es mayor a 35 mm (Páez, 2012).

Para que los folículos puedan progresar desde el estado preantral, la granulosa y la teca deben desarrollar receptores para las gonadotropinas; los de FSH y LH se producen en la granulosa y en la teca, respectivamente (Cunningham, 2009).

1.4. Ovulación

Ovulación es el proceso por el cual la célula reproductora de la hembra –oocito– es liberada del ovario con el fin de ser fecundada por un espermatozoide y dar origen a un nuevo ser (Ramírez, 2010). La ovulación se produce por un aumento súbito preovulatorio de gonadotropinas (LH), inducido por estrógenos. Se inician los cambios foliculares críticos que alteran su condición endocrina y producen la liberación del oocito (Cunningham, 2009).

El folículo preovulatorio seleccionado es aquel que se encuentra todavía en fase de desarrollo cuando se inicia la regresión del cuerpo lúteo (Cunningham, 2009).

La ovulación ocurre por lo general de 24 a 48 horas antes de la finalización del estro, presentándose en la mayoría de las yeguas durante las horas de la noche (Galina, 2008). La ovulación en la yegua se produce únicamente en un determinado punto denominado *fosa de ovulación* y ocurre durante los periodos de estro (Sisson, 2005). Por ello durante la foliculogénesis, los folículos van emigrando hacia la fosa de ovulación (Méndez, 2010).

Después de la rotura de un folículo (ovulación), su cavidad es parcialmente ocupada por un coagulo de sangre (24 horas después), la cual constituye lo que se ha denominado **cuerpo hemorrágico**. Mediante la proliferación, alargamiento y cambios grasos, las células foliculares son transformadas en células luteínicas, las cuales forman una masa amarilla o **cuerpo lúteo**. Si existe fecundación, el aumento que va aparejado de vascularización del órgano, puede producir que el cuerpo lúteo alcance gran tamaño; si no hay fecundación es mucho más pequeño y pronto es reemplazado por un tejido cictricial llamado **cuerpo albicans o fibroso**(Sisson, 2005).

Hay que advertir que en la yegua, el cuerpo lúteo no se proyecta desde la superficie del ovario, como en el caso de la vaca o la cerda, sino que esta embutido en el ovario (Sisson, 2005).

1.5. Dinámica Folicular

El desarrollo de folículos antrales en las yeguas se caracteriza por el crecimiento de ondas foliculares periódicas, que a menudo implican la selección de un solo folículo dominante. Si este es estimulado apropiadamente, el folículo dominante completará su desarrollo y ovulará un oocito fértil (Ríos, 2011).

El proceso de crecimiento continuo y regresión de folículos antrales que conduce al desarrollo del folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de dichas estructuras en oleadas o grupos. Es la etapa del ciclo reproductivo anual, que se refleja más claramente en actividad folicular (Ramírez, 2006).

Una onda de desarrollo folicular se define como el desarrollo armónico y simultáneo de un pool de folículos antrales (terciarios) pequeños. Funciona en tres fases a saber: reclutamiento, selección y dominancia folicular (Páez, 2012).

1.5.1. Reclutamiento

Esta fase consiste en que un conjunto de folículos antrales tempranos (2-3 mm de diámetro) comienzan a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrófico, que les permita progresar a la ovulación (Páez, 2012).

El reclutamiento folicular se refiere a la formación de una población de folículos antrales de donde uno o varios, dependiendo de la especie (monotoca o politoca), es seleccionado para la ovulación. En cada ciclo ovárico es reclutado un grupo de folículos primordiales que crecen de manera continua debido a los incrementos en las concentraciones de FSH. Cuando la FSH alcanza el pico de concentración, los folículos más grandes de la onda tienen un diámetro de aproximadamente 4 mm (Páez, 2012).

1.5.2. Selección

En este proceso, uno de los folículos que ha iniciado su crecimiento evade la atresia, y adquiere la competencia para alcanzar la ovulación. La selección folicular ocurre al final de la fase común de crecimiento (Páez, 2012). Tanto los folículos subordinados como el dominante, crecen a una tasa constante y relativamente paralela, a una velocidad de 2 a 3 mm diarios, hasta que el folículo dominante alcanza un diámetro de 20 a 25 mm y los subordinados dejan de crecer para sufrir atresia. A este fenómeno se le ha denominado desviación.

1.5.3. Dominancia

En esta fase el folículo seleccionado inhibe o impide el reclutamiento de una nueva serie de folículos (Páez, 2012).

Las ondas foliculares conducen a una foliculogénesis en la yegua. Una onda folicular emerge, y después de 3 días de crecimiento la onda se disocia en un solo folículo

dominante creciente, que se rompe al ovular mientras que los folículos más pequeños se retraen. Según este patrón, en el día 10 del diestro una onda emerge conduciendo a la ovulación 24-48 horas antes al final del estro. Esta onda se conoce como la onda primaria y ocurre en todos los ciclos estrales equinos normales. Sin embargo, además de la onda primaria, una onda secundaria puede emerger en el final del estro, formando un folículo dominante a mediados del diestro. Este folículo del diestro puede ovular (ovulación diéstrica). Las ovulaciones diéstricas ocurren aproximadamente en un 20% de todos los ciclos estrales. Así la yegua presenta por lo menos 3 alternativas posibles (Ramírez, 2006).

Una vez se ha dado inicio a la onda, el folículo dominante comienza a producir grandes cantidades de estradiol e inhibina, que actuarán a nivel hipotalámico-hipofisario inhibiendo la liberación de FSH, con poca FSH circulante los folículos subordinados comienzan a regresar. Al mismo tiempo, el folículo dominante puede seguir creciendo debido a que es más eficiente en la utilización de la baja FSH circulante y la adquisición de receptores de Hormona luteinizante (LH) en las células de la granulosa (además de los que se encuentran en la teca) (Páez, 2012).

1.6. Factores que Influyen en la Ciclicidad de la Yegua

Es posible que la ausencia de la actividad cíclica en las yeguas 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 (Salazar, 2009). Por lo cual, se mencionarán a detalle de estos factores.

1.6.1. Fotoperiodo

El fotoperiodo es conocido como la longitud del día. Esto es muy importante en yeguas de crianza ya que sus ciclos estrales se gobiernan por fotoperiodo (Ramírez, 2006).

La inactividad reproductiva estacional, puede ser consecuencia de una inhibición directamente inducida entonces, por los días cortos, clima adverso y nutrición pobre. En la yegua, el ritmo de reproducción circanual endógeno parece ser sincronizado, por las variaciones estacionales del fotoperiodo. La yegua es poliéstrica estacional, con el inicio de la estación de reproducción en primavera ligada al aumento en de la duración del día, la temperatura y la disponibilidad de alimento (Salazar, 2009).

1.6.1.1. Efecto del fotoperiodo sobre la actividad reproductiva de la yegua

Las yeguas y los garañones tienen su período reproductivo durante las estaciones primavera-verano. Este ritmo reproductivo anual es controlado por la longitud de luz del día (Ramírez, 2006).

En los equinos, el fotoperiodo es el factor externo más importante que influye el ritmo endógeno de reproducción circanual (Salazar, 2009). 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. (López, 2010). En los días con mayor cantidad de horas luz, lo que ocurre en el verano de cada año, estas hembras presentan ciclos estrales y por consiguiente, pueden concebir. En la temporada en que se reduce el fotoperiodo (invierno) ocurre lo contrario, permanecen en un período anovulatorio no cíclico: anestro (Ramírez, 2006).

Existen ciertas etapas en el proceso, mediante el cual las especies equinas perciben la luz (Ramírez, 2006). La señal luminosa es transformada en señales endocrinas por medio de la glándula pineal, que interactúa con el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas, para regular las etapas de la fisiología reproductiva (López, 2010).

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, es de uso general para comenzar el inicio de la época de reproducción. Sin embargo, la

respuesta correcta a este fotoperiodo artificial estimulante está sujeta a condiciones específicas, y la actividad reproductiva no es siempre seguida a la exposición a días largos. La capacidad de influenciar el ritmo reproductivo circanual depende de tres factores: del estado de refractariedad a los cambios fotoperiodicos, de la historia fotoperiódica y la existencia de una fase fotosensible durante la noche (Salazar, 2009).

Cuando las yeguas se mantienen bajo condiciones de días constantes de iluminación (largos o cortos), reanudarán su ritmo de reproducción circanual a pesar de las condiciones de iluminación estimulantes o inhibitorias. Esta condición es conocida como refractariedad y se puede definir como la incapacidad de continuar respondiendo al fotoperiodo de ese momento (Salazar, 2009).

Se ha demostrado que el fotoperiodo artificial, simulando días largos, puede utilizarse para adelantar la fecha de la primera ovulación (Salazar, 2009). Para lograr esto se deben estimular 16 horas totales de luz por día, comenzando en los meses de noviembre o diciembre, ya que el efecto es lento y gradual, tomando un tiempo aproximado de 60 días para obtener resultados (Galina, 2008). El porcentaje de ovulación de las yeguas aumenta significativamente conforme aumenta el fotoperiodo diario. Generalmente, el máximo número de ovulaciones naturales en las yeguas son durante los períodos máximos de luz de los días de junio (Ramírez, 2006). Este tipo de tratamientos son regularmente utilizados en criaderos en donde, por cuestión zootécnica, adelantan los partos a los primeros meses del año (Ramírez, 2006).

En los animales domésticos originarios de las zonas templadas también se observa una estacionalidad reproductiva que depende principalmente de las variaciones del fotoperiodo. Los otros factores del medio ambiente, temperatura, alimentación, relaciones interindividuales y condiciones de cría son considerados como secundarios y capaces de modificar, en condiciones particulares, la actividad reproductiva de los animales domésticos (Ramírez, 2006).

1.6.2. Otros factores

Los mamíferos han desarrollado durante años, una estrategia reproductiva de tipo oportunista, que les permite iniciar su actividad sexual cuando los factores ambientales son propicios: alimentación, temperatura, presencia de individuos del sexo opuesto, entre otros (Chemineau, 1993).

1.6.2.1. Efectos ambientales

La conservación de la especie constituye uno de los objetivos esenciales de la reproducción, la cual se desarrolla bajo la influencia del medio ambiente. Los efectos del medio ambiente repercuten sobre el potencial genético de los individuos, determinando durante el año los períodos de reproducción así como su intensidad. El inicio y la terminación de la actividad sexual de los animales están condicionados por factores muy diversos (Chemineau, 1993). Los factores ambientales de mayor importancia son los siguientes.

Temperatura. La temperatura tiene una función de importancia secundaria en los ciclos reproductivos. 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 tanto, la fertilidad. Sin embargo, temperaturas inusualmente frías o calientes impiden la demostración de signos de estro (Pérez, 2010).

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, 2009).

Cuando los equinos son sometidos a una carga térmica demasiado elevada, no pueden regular su temperatura interna para mantenerla dentro de límites que permitan índices satisfactorios de producción y de reproducción (Chemineau. 1993).

La temperatura puede modificar el inicio de la temporada de reproducción. La fase de transición hacia la actividad ovulatoria en la primavera puede ser retrasada por las bajas temperaturas. Sin embargo, el inicio de la época de reproducción se estimula utilizando la foto-estimulación en condiciones de invierno muy marcadas. Así, bajo condiciones similares de fotoperiodo, de nutrición y de manejo, la temperatura tiene una implicación en la sincronización del ritmo reproductivo circanual (Salazar, 2009).

Luz. Debido a que la luz ejerce un control primario sobre el ciclo estacional, puede utilizarse para acelerar el desencadenamiento de la estación reproductiva u ovulatoria (Fragoso, 2007). Si una yegua se expone a 16 horas de luz del día su nivel sérico de melatonina cae y si el estímulo de luz continúa durante 8 a 10 semanas, se completa un ciclo (Ramírez, 2006). Se iniciará la actividad ovárica que conducirá a la primera ovulación en un plazo de 60 a 90 días aproximadamente (Fragoso, 2007).

La duración de la iluminación y la carga térmica son los dos factores del medio ambiente que pueden modificar los rendimientos reproductivos de los animales domésticos. Pero no todas las razas tienen la misma sensibilidad a dichos factores (Chemineau. 1993).

1.6.2.2. Estado nutricional

Cuando el consumo de energía es restringido, la función reproductiva se interrumpe antes de comprometer otras funciones vitales. Los animales sometidos a deficiencias nutricionales durante su crecimiento, sufren un retraso en la presentación de la pubertad (Pérez, 2010). Las dos áreas en las que la nutrición afecta a los patrones de reproducción son:

- El inicio de la pubertad y de la etapa de apareamiento
- El restablecimiento de la actividad ovárica pos parto (Pérez, 2010).

La energía también influye en la incidencia de la ciclicidad, especialmente durante la parte anterior de la estación de crianza. Por ejemplo, en las áreas donde las yeguas se alimentan solamente de pastos y no reciben ninguna alimentación suplementaria durante invierno, la nutrición puede ser una causa que contribuye significativamente al anestro (Ramírez, 2006).

La condición corporal pobre no solo 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 la ovulación (Pérez, 2010).

En cambio, 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. Las yeguas con 15% más de grasa corporal tienen un intervalo más corto a la primera ovulación comparado con aquellas con un 15% más bajo de grasas corporal. También la calidad de la proteína en la ración, afectan el inicio de época de reproducción. Los animales que reciben proteína de alta calidad en la dieta, presentan un incremento de la secreción de FSH y ovulan aproximadamente 3-6 semanas más temprano que las yeguas alimentadas con proteína de baja calidad (Salazar, 2009).

1.6.2.3. Neurotransmisores

La reproducción, en casi todas las especies animales está regulada por un mecanismo neuro-humoral en ambos sexos, que debe estar sincronizado, pues inicia con cambios químicos en varios sitios y comienza a manifestarse en el cortejo (Prieto, 2002).

La hormona GnRH se genera por pulsos que los esteroides desencadenan en el hipotálamo, pero como su cantidad es pequeña y su vida media es corta, se sugiere que existe una síntesis local de la misma hormona en el receptor. Hay entonces un mecanismo muy complejo de regulación del sistema de reproducción. En el que intervienen, además, otros factores como la endorfina, la dopamina, la noradrenalina y la serotonina, y factores no esteroideos locales como la inhibina y la activina (Prieto, 2002). La ausencia de la actividad reproductiva durante inactividad ovulatoria estacional puede ser el resultado de una inhibición de la secreción de GnRH inducida por dichos sistemas neuronales inhibitorios dentro del hipotálamo. Estos sistemas neuronales, median el efecto de factores internos y externos tales como el ritmo, el fotoperiodo, la nutrición, y la temperatura endógenos, cada uno quizás actúa con una vía en parte independiente (Salazar, 2009).

El papel de los neurotransmisores ha sido examinado, determinando el efecto agudo de agonistas y antagonistas en la secreción de gonadotropinas (Salazar, 2009).

Opioides. Los opioides endógenos desempeñan una función importante en la regulación de la función hipotálamo-hipofisaria. En yeguas con inactividad ovulatoria estacional, la administración de un antagonista de opioides (naloxona), da lugar a un aumento inmediato de la secreción LH. Sin embargo, el aumento inducido por administración de este, en la secreción de gonadotropinas es dependiente de la dosis. Esto puede explicar el porqué de cuando se aplica una dosis elevada (2 mg/kg PV), no se observa un efecto de los opioides en la secreción de LH en yeguas en inactividad ovulatoria. Además, la inhibición por opioides es aumentada durante la estación anovulatoria, y la ocurrencia de la actividad ovulatoria cíclica de algunas yeguas durante la estación de inactividad ovulatoria, es asociada a una reducida inhibición opioadenérgica del eje hipotálamo-pituitaria (Salazar, 2009).

Las **endorfinas** son neurotransmisores opioides secretados en el lóbulo anterior de la hipófisis como moduladores del dolor, temperatura corporal, hambre y funciones

reproductivas. Estas inhiben la secreción de GnRH dentro del hipotálamo, lo que genera inhibición de la secreción de gonadotropinas.

Es también un neoromodulador que actúa reforzando o atenuando la intensidad de los impulsos nerviosos. Reducen la sensación de tensión y estrés a la vez que inducen un comportamiento de euforia.

En cambio **la dopamina** es una catecolamina natural que actúa indirectamente como agonista, estimulando la liberación de norepinefrina endógena. La dopamina similarmente a otros neurotransmisores, ejerce una inhibición tónica a nivel hipotálamo en el control de la reproducción estacional en yeguas (Salazar, 2009).

En las yeguas, la concentración de dopamina, es más elevada durante la fase anovulatoria estacional, que durante la estación reproductiva y la administración a largo plazo con un antagonista de la dopamina (sulpiride, perphenazine, domperidone), inducen la actividad ovárica cíclica en yeguas en inactividad ovulatoria estacional (Salazar, 2009).

Los antagonistas de la dopamina, inducen solamente la ovulación cuando las yeguas han entrado en fase de transición de inactividad ovulatoria profunda, a actividad ovárica cíclica (Salazar, 2009). La administración de un antagonista de la dopamina a largo plazo, puede influenciar la secreción de FSH y los niveles bajos de LH y FSH pueden ser perceptiblemente más altos durante un periodo de 7 días precediendo el primer pico ovulatorio de LH en yeguas (Salazar, 2009).

Mientras que la **noradrenalina o norepinefrina**, es otra catecolamina con múltiples funciones fisiológicas y homeostáticas que puede actuar como hormona y como neurotransmisor. La noradrenalina se biosintetiza a partir de la dopamina y la síntesis de melatonina está controlada por la estimulación de la noradrenalina, y ésta se libera por estimulación simpática como consecuencia de la falta de luz.

Fisiológicamente es el principal neurotransmisor del sistema nervioso simpático junto con la noradrenalina y la dopamina (acciones simpático-miméticas o adrenérgicas). Estimula la síntesis celular de receptores estrogénicos y androgénicos.

La **serotonina** es un neurotransmisor que se sintetiza principalmente en los núcleos de rafe del tronco cerebral y se localiza en el sistema nervioso central. Este neurotransmisor ha sido relacionado con diversos mecanismos fisiológicos, regula además funciones sensoriales, motoras y las funciones de comportamiento en el sistema nervioso central de mamíferos. A partir de la serotonina, la glándula pineal produce la melatonina. La serotonina aumenta al atardecer y se mantiene alta, hasta el amanecer, a partir de ahí empieza a descender.

1.7. Función de la Glándula Pineal en la Reproducción de la Yegua

La glándula pineal está ubicada en la parte posterior e inferior del cuerpo calloso, entre ambos tubérculos cuadrigéminos superiores. Es el principal órgano regulador en cuanto a la estacionalidad de la reproducción: registra la duración del día mediante los ojos y un complejo de conexiones neuronales. La glándula pineal produce indolaminas, de las cuales la melatonina es la más importante (Intervet, 2007). La vía del sistema nervioso central implicada en la traducción de la luz incluye la retina, el núcleo supraquiasmático, el ganglio cervical superior y la glándula pineal (Cunningham, 2009).

En los mamíferos (equinos), la glándula pineal actúa como un transductor neuroendocrino que transforma la señal lumínica en señal hormonal. Reproductivamente, su función más importante es la mediación de estadios reproductivos alternados con períodos de anestro.

La melatonina es producida y secretada durante la noche (oscuridad). A medida que los días se vuelven más cortos, la exposición del animal a la melatonina aumenta (Intervet, 2007). La melatonina es secretada en dos fases; fotofase, durante el día y

ecotofase, durante la noche, por lo que se entiende que es una secreción circadiana, donde los niveles más altos se evidencian durante la noche (Salazar, 2009). La presencia de luz o ausencia de la luz del día es percibida por la glándula pineal por medio de mensajes neurales a partir de la retina del ojo, en ausencia de luz se induce la versión de triptófano a melatonina (Gutiérrez, 2008).

La glándula pineal se puede quitar de una yegua y tendrá ciclos estrales estacionales o puede ser tratada con melatonina con el efecto opuesto. Por lo tanto, aparece un ritmo circanual característico de ciclos estrales que se programa en el cerebro de una yegua y este ritmo puede ser modificado solamente por los cambios de longitud del día (Ramírez, 2006).

1.8. Endocrinología Reproductiva de la Yegua

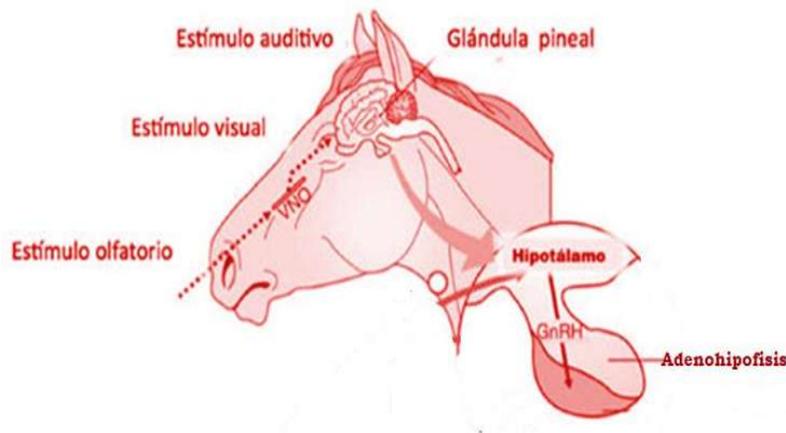
Dentro de la reproducción equina hay muchos factores hormonales y factores externos que interactúan entre sí, para lograr controlar el ciclo estral de esta especie (Gutiérrez, 2008). Las hormonas de la reproducción equina tienen secreción tónica y pulsátil, la secreción tónica hace relación con niveles basales continuos, mientras que la secreción pulsátil, se refiere a una serie de pulsos o episodios de niveles de la hormona más altos, estas formas de secreción varían con el paso del ciclo (Gutiérrez, 2008). Las hormonas reproductivas se derivan de órganos principales como: hipotálamo, hipófisis, ovario, útero y placenta (Ríos, 2011).

La reproducción en la yegua se realiza por medio de interacción entre ambiente y organismo (Ramírez, 2010). La influencia del ambiente se transmite a través de los sentidos y el animal las recibe en el sistema nervioso central, que a su vez desencadena el concierto hormonal (Méndez, 2010).

La percepción de los impulsos luminosos tiene su sede en la retina, que a continuación, son conducidos por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal (FAO). Los pinealocitos

responden al estímulo noradrenérgico secretando melatonina (durante la fase oscura del día), que transforma la información fotoperiódica en una señal hormonal (Ramírez, 2006). Una larga duración de la secreción de melatonina es interpretada como un día corto, y provoca la inhibición de la actividad ovulatoria inducida por los días largos (Chemineau. 1993). A medida que los días se hacen más largos cesa la influencia de ésta sobre el eje y permite la producción de la hormona Hipotalámica GnRH (Gutiérrez, 2008). La secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), está regulada por los neuro-mediadores tales como la dopamina, noradrenalina, serotonina y opioides. El naloxano, antagonista opioide, induce la secreción de GnRH.

La hipófisis responde sintetizando hormonas para el control gonadal (Cunningham, 2009).



En esta figura se muestra como el estímulo lumínico (visual) es percibido por el individuo, en este caso la hembra equina, y este estímulo es transformado en una señal hormonal.

Figura 3. Interacción entre ambiente y organismo

La FSH en la yegua tiene 2 funciones importantes, completar el desarrollo final del folículo antes de la ovulación y comenzar una cohorte de folículos que se preparan para una siguiente ovulación dentro de 21 días (Gutiérrez, 2008). La FSH es una glucoproteína cuyo órgano blanco es el ovario donde tiene como función el desarrollo de los folículos que son reclutados; sus concentraciones basales surgen una liberación bifásica, estas concentraciones se encuentran entre los días 9 al 12 del

ciclo estral y en el momento de la ovulación. Su principal pico se presenta cercano a la ovulación que se inicia el día 15 (Gutiérrez, 2008).

La LH se libera de forma pulsátil o tónica, la frecuencia de dichos pulsos incrementan a medida que la yegua inicia su ciclo estral (Gutiérrez, 2008). Sus niveles van aumentando desde su nivel más bajo, con una frecuencia de 1.4 pulsos cada 24 horas varios días antes del estro (Gutiérrez, 2008).

Los folículos son capaces de sintetizar estrógenos con base en los andrógenos que se producen por la acción de FSH y LH (Gutiérrez, 2008). Entonces los folículos producen estradiol e inhibina. El estradiol ejerce retroalimentación negativa sobre las gonadotropinas y la inhibina sobre FSH, al igual que la activina, siendo estas molecular, las moduladoras de la acción de la FSH (Gutiérrez, 2008). La LH, además, se relaciona con la ovulación. En las yeguas sin gestación y bajo condiciones adecuadas para la reproducción, las ovulaciones (acompañadas de celo) se repiten para constituir el período entre ovulaciones o intervalo interovulatorio (Méndez, 2010).

Los estrógenos son los responsables de los cambios de comportamiento y físicos de la yegua cuando está en estro, y asociado a la receptividad sexual (Gutiérrez, 2008).

Luego de que estas hormonas han cumplido con su función y han ovulado el folículo y se forme el cuerpo lúteo, aparece una hormona llamada progesterona que es producida por el cuerpo lúteo la cual va ser la encargada de mantener la preñez (Gutiérrez, 2008). Ésta hormona ejerce retroalimentación negativa sobre las gonadotropinas (Méndez, 2010).

Los niveles basales de la progesterona (P4) empiezan a elevarse luego de la ovulación, son evidentes después de 24 horas, alcanzando su máximo nivel a los 4-5 días después de la ovulación y se mantienen elevadas hasta el día 15 del ciclo estral. Si no hay gestación los niveles descienden 4-5 días antes de la siguiente ovulación

(Gutiérrez, 2008). Para que se dé el pico de LH es necesario que los niveles de P4 disminuyan, en cambio con la FSH ocurre algo distinto y particular en la yegua, se observa un segundo pico de FSH 10-12 días después de la ovulación. Si no hay gestación, la yegua repetirá celo y ovulará el día 21 (Gutiérrez, 2008). Esto no sería posible si el cuerpo lúteo no es destruido, para esto el organismo tiene como medio una prostaglandina llamada prostaglandina F2 alfa (PGF2 α), liberada de forma pulsátil y producida por el endometrio uterino. Ésta tiene la propiedad de causar la caída de los niveles de P4 y posteriormente la luteólisis, lo que significa que destruye el cuerpo lúteo (Gutiérrez, 2008). En la yegua la PGF2 α alcanza el ovario por circulación general y no por el mecanismo de contracorriente que se observa en la vaca y oveja (Gutiérrez, 2008).

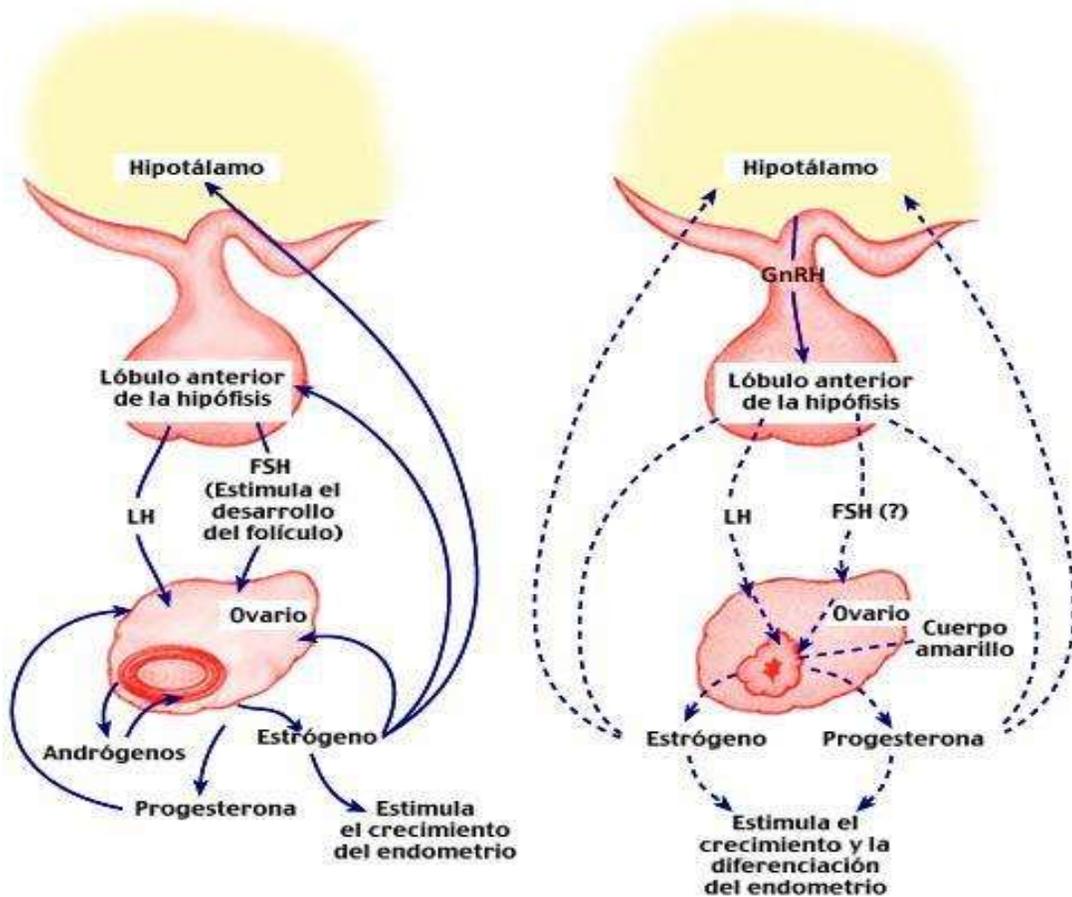


Figura 4. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario

1.9. Pubertad de la Yegua

La pubertad se define como la primera ovulación en las hembras (Ramírez, 2006). La edad en que inicia la capacidad reproductiva del animal (macho o hembra), depende del mes del año en que nacen, de su condición corporal, estado nutricional, raza y enfermedades que han padecido (Intervet, S/A), además de los factores genéticos, ambientales y hormonales. Cualquier factor que disminuya la tasa de crecimiento, prevendrá la completa expresión del potencial genético, retardando la pubertad (Fragoso, 2007).

La aparición de la pubertad se inicia con la intervención de las hormonas gonadotropas FSH y LH. Con ella se inicia el desarrollo de 15-30 o más folículos primarios ubicados en el estroma ovárico, proceso que se repetirá de una manera cíclica mientras no ocurra un proceso de anafrodisia funcional (gestación) o patológica (Méndez, 2010). La hembra nace ya con un número determinado de folículos primarios, originados durante el desarrollo embrionario, conteniendo cada folículo un oocito de primer orden (Méndez, 2010).

La yegua alcanza la pubertad entre los 15 y 18 meses de edad, incluso se menciona que pueden alcanzarla pubertad a los 12-13 meses de edad (Ureña, 1983). Sin embargo debe incorporarse a la reproducción entre los 36 y 60 meses de edad, cuando su organismo está apto física y orgánicamente para la reproducción, es decir, cuando la yegua alcanza su madurez sexual (ACPA, 2008). Se recomienda en forma general dar la primera monta o inseminación entre los 4 o 5 años de edad (Intervet, S/A). La edad reproductiva va desde los 3 a los 15-16 años, en casos excepcionales pueden reproducirse hasta los 25 años (Ramírez, 2006).

Durante la pubertad los cambios hormonales son similares a los encontrados en la transición primaveral. En el primer verano de vida una potranca eleva sus niveles de FSH, pero no los de LH. Solamente en la segunda primavera se eleva la LH, causando la ovulación (Ramírez, 2006).

1.10. Ciclo Estral de la Yegua

El ciclo estral se define como una secuencia de eventos que preparan a la yegua para la concepción (Ramírez, 2006). Las yeguas presentan estros o calores cíclicos durante una determinada época del año (Intervet, S/A), por lo tanto deben coexistir condiciones ambientales favorables, que faciliten su reproducción (Ureña, 1983).

El ciclo reproductivo de las yeguas es el más sujeto a variabilidad de todos los animales domésticos. Algunas yeguas parecen ser poliéstricas verdaderas; se pueden reproducir en cualquier momento del año. Sin embargo, la mayoría de la población de yeguas es poliéstrica estacional (Zamudio, 2005).

La regularidad del ciclo estral está determinada por el balance de las hormonas producidas por la glándula pineal, el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el endometrio (Bavera, 2011).

El estro tiene una duración característica de 5 días, mientras que el diestro dura 15 días. De aquí que la duración total del ciclo sea de entre 20 y 21 días (Zamudio, 2005). Incluso los celos pueden ocurrir a intervalos de 18 a 21 días, y pueden ser mayores, en dependencia de la raza, estado físico, calidad de la alimentación y la presentación de trastornos reproductivos (ACPA, 2008). Generalmente el 50 a 60% de las yeguas tienen un promedio de 21 días (Zamudio, 2005). Hay muchas que prolongan el ciclo. Las estaciones del año es la causa más común de irregularidades en el ciclo (Ramírez, 2010).

1.10.1. Etapas del ciclo estral

Estro. En la yegua el periodo estral no tiene limitación precisa como en la vaca. El celo se presenta cada 21 días, teniendo una duración media de 6 a 8 días, con la maduración de 2-3 o más folículos. El primer celo post-parto generalmente se presenta de los 5 a 15 días, con un promedio de 9 días (Ureña, 1983).

Es muy importante y además valioso conocer el comportamiento de cada animal cuando está en estro y cuando no lo está (Intervet, S/A), ya que permite la utilización eficiente de los sementales y establecer el día de la cubrición efectiva y la estrategia a seguir con cada hembra en la campaña reproductiva (ACPA, 2008).

El estro es la fase del ciclo estral en que la hembra recibe el semental y admite su aproximación, monta, penetración y la realización de la eyaculación, y se caracteriza en la yegua porque la vulva aparece más grande e inflamada, de tono anaranjado, húmeda y cubierta de una capa de moco transparente (Ríos, 2011). La yegua además en presencia del semental, levanta la cola y la mantiene inmóvil, separa los miembros posteriores, contrae y relaja los labios vulvares, evierte el clítoris (espejeo) y orina (Intervet, S/A).

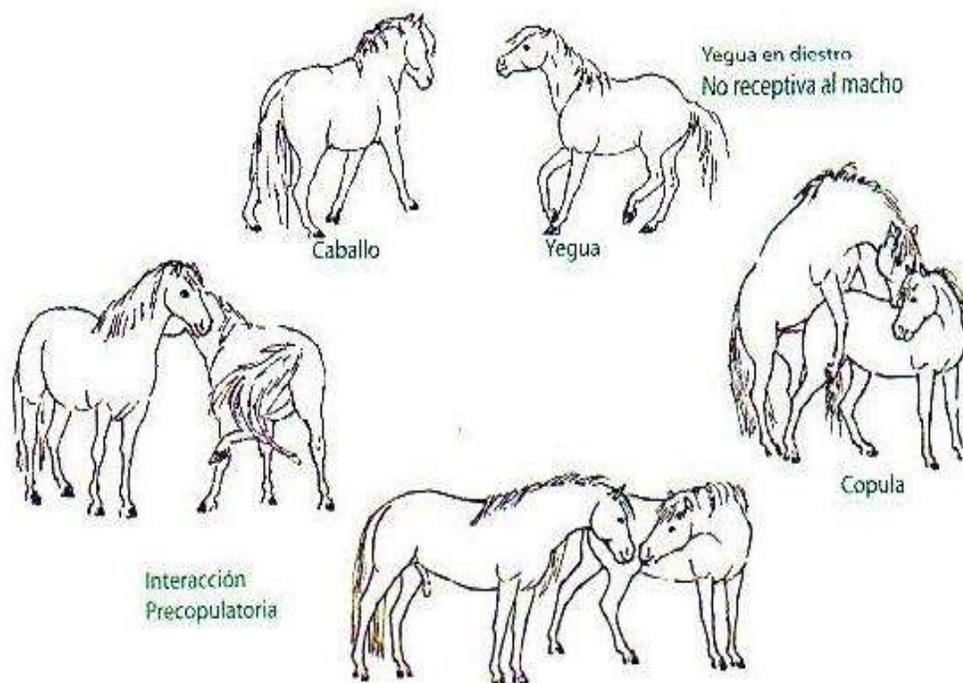


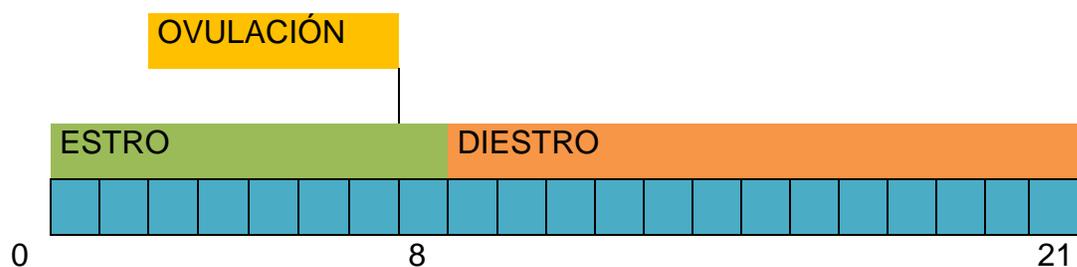
Figura 5. Comportamiento sexual de la yegua ante el macho

Diestro. Se denomina diestro al periodo de rechazo al garañón que sigue al estro y comprende el periodo entre dos estros sucesivos (Ramírez, 2006).

El diestro se considera como el periodo restante del ciclo estral, esta fase dura alrededor de 14 a 15 días, variando de acuerdo con la duración del estro. Se inicia con la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y posteriormente la secreción de progesterona (Bavera, 2011).

Durante el diestro el cérvix y el útero pierden el edema característico del estro, recuperando su tono normal (Ríos, 2011). Una yegua cuando no está en calor, al acercársele el semental se muestra agresiva: echa las orejas hacia atrás y trata de morder o patear al macho (Intervet, S/A).

Cuadro 1. Duración de las etapas del ciclo estral y momento de la ovulación.



(Intervet, S/A).

Anestro. El anestro es el período de inactividad sexual de la yegua. En esta especie está dado por gestación (anestro gestacional) o por inhibición del eje hipotálamo-hipófisis-ovario determinado por las horas luz-día (Chemineau. 1993). La existencia de un período de anestro, cuya importancia es menor que en los pequeños rumiantes, se ha observado entre noviembre y abril o mayo en las yeguas que han parido durante la estación sexual anterior (Chemineau. 1993).

1.10.2. Fases del ciclo estral

El ciclo estral consiste en una sucesión de acontecimientos que se repiten en forma periódica (Zamudio, 2005). Pudiéndose dividir en fase folicular y fase lútea (Bavera, 2011).

Durante la **fase folicular**, que dura 5 días aproximadamente, la yegua es sexualmente receptiva al macho, el tracto genital está preparado para aceptar y transportar el espermatozoide luego de producirse la ovulación (unas 24 a 48 horas antes del final del periodo de receptividad sexual)(Ramírez, 2006).

La **fase lútea** es el periodo en el que la yegua no es receptiva al macho y el tracto genital está preparado para aceptar la concepción y favorecer la implantación del embrión. El final de la fase lútea está marcada por la luteólisis, 14 o 15 días después de la ovulación. El siguiente estro se presenta uno o dos días después (Ramírez, 2006).

1.11. Periodo de Transición en la Yegua

Al principio del periodo reproductivo, las yeguas suelen experimentar un periodo transitorio de reducción de la actividad ovárica, con folículos pequeños que experimentarán atresia y que son reemplazados por unos nuevos en desarrollo. En marzo y abril, aproximadamente el 70% de las yeguas mostraran el estro, aunque solo el 50% ovulara en ese momento. En mayo y junio la mayoría de las yeguas muestran claramente el celo, cuya duración es más corta (5-6 días) y que casi siempre da lugar a la ovulación (Intervet, 2007).

El periodo de transición está caracterizado en la yegua por una actividad cíclica irregular antes de ingresar a un periodo de actividad sexual regular y fértil (Ramírez, 2010).

Entonces el periodo de transición es el periodo que transcurre entre el final del anestro fisiológico y el inicio de la estación reproductiva. En esta etapa la receptividad sexual (estro) en la mayoría de las yeguas es errática. Las yeguas aceptan al semental durante periodos que pueden durar hasta 20 días, pero sus ovarios muestran un pobre desarrollo folicular y generalmente no hay ovulación (Intervet, S/A).

Específicamente los ovarios se ven privados de la estimulación por parte de las gonadotropinas y permanecen pequeños, compactos y duros a la palpación rectal, con unas estructuras internas indiferenciables. Además los ovarios se vuelven más blandos y suelen poder palpase con facilidad varios folículos pequeño (Intervet, 2007). Esta es la razón por la que la mayoría de los servicios o inseminaciones en esta etapa son infructuosos y los índices de concepción son bajos o nulos (Intervet, S/A).

En la transición primaveral los folículos crecen y se retraen y no hay ovulación. El diámetro del folículo más grande aumenta gradualmente a medida que la estación continúa. La transición primaveral termina con la primera ovulación del año (generalmente a mediados de abril). La yegua demuestra que tan largo o irregular es su celo (quizás cada 3 a 4 días) durante principios de marzo y abril (Ramírez, 2006). El mismo fenómeno sucede en un periodo similar entre el final de la estación reproductiva y el inicio del anestro fisiológico, al final del año (Intervet).

La longitud media de luz que las yeguas necesitan para la transición de anestro al estro es de 16 horas, entonces pasan en una fase de transición cerca de 30 a 45 días, antes de su primer ciclo verdadero (Ramírez, 2006).

Aproximadamente el 50% de las yeguas ovulan por lo menos una vez sin estro, durante un periodo de 2 años. En condiciones opuestas, el estro sin ovulación, es menos frecuente, esto sucede en un 3% durante 2 años. El estro anovulatorio, es usualmente observado inmediatamente al inicio del anestro de invierno. Los periodos de estro, en que las yeguas están en estro por pocos días, fuera del estro por pocos días y entonces retornan al estro siendo observado en un 5% de los ciclos (Zamudio, 2005). En el cuadro 2, se muestran las etapas del ciclo estral de la yegua, así como la duración y meses en que se presentan.

Cuadro 2. Estacionalidad de la yegua.(Intervet, S/A).



 Anestro. Las yeguas no presentan ciclos estrales.

 Período de transición. Las yeguas tienen calores erráticos y no son fértiles

 Estación reproductiva. Las yeguas presentan calores regulares y fértiles.

1.11.1. Características foliculares durante el periodo de transición

Tanto los folículos subordinados como el dominante crecen relativamente paralelos a una velocidad de 2 a 3 cm diarios, hasta que el dominante alcanza un diámetro de 20 25 cm y los subordinados dejan de crecer para sufrir regresión (desviación)

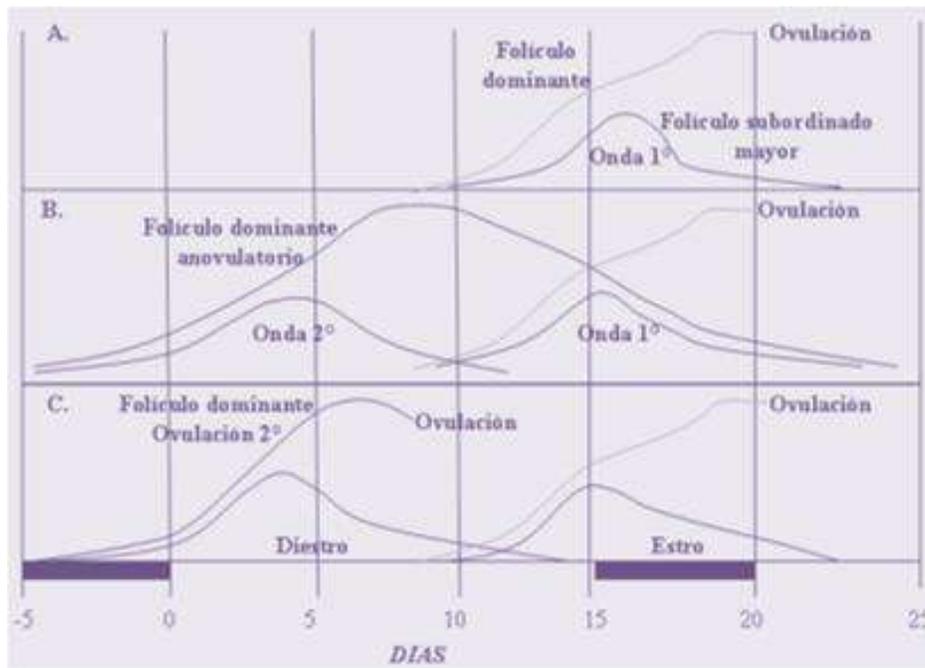
Entre el periodo de inactividad ovárica y de la actividad ovárica cíclica plena, la mayoría de las yeguas pasan por un periodo de transición caracterizado por un el desarrollo de folículos persistentes, los cuales crecen hasta cierto tamaño, permaneciendo en los ovarios durante muchos días o inclusive durante varias semanas sin llegar a ovular. Estos folículos persistentes desaparecen espontáneamente al establecerse más firmemente el periodo de actividad ovárica, ya que eventualmente, el desarrollo folicular culmina con la primera ovulación de la temporada reproductiva, a partir de la cual la mayoría de las yeguas ciclaran a intervalos regulares hasta que queden gestantes o termine la época reproductiva al comenzar a acortarse la longitud del día (Galina, 2008).

El desarrollo de folículos anovulatorios es común, incluso es un evento fisiológico normal durante los períodos de transición (Otálvaro, 2009).

Los folículos anovulatorios pueden alcanzar tamaños que oscilan entre los 5 y los 15 cm de diámetro y persistir hasta 2 meses. Estos folículos producen comportamiento estral anormal y prolongación del período interovulatorio. La falta de ovulación puede tener una etiología de carácter endocrino, ya sea por falta de adecuada secreción de gonadotropinas para desencadenar la ovulación, o por insuficiente producción de estrógenos por parte del folículo anovulatorio (Otálvaro, 2009).

Durante la transición primaveral temprana el crecimiento y la regresión de folículos múltiples ocurren hasta que miden cerca de 20 mm. Puede ocurrir una transición tardía de folículos múltiples grandes (>30 mm) que crecen y se retraen sin ovular. La yegua cerca de la estación ovulatoria, ovula un solo folículo grande (> 35 mm) suprimiendo así el crecimiento de otros folículos. La potranca desarrolla una serie de 3-4 folículos anovulatorios antes de la primera ovulación de la estación (Ramírez, 2006).

Cuadro 3. Patrones de ondas foliculares



(Ramírez, 2006).

En cada una de las etapas reproductivas de la yegua, incluyendo el periodo de transición, los ovarios y el desarrollo folicular varía. Presentando las siguientes características:

- Transición. Ovarios de tamaño variable, ausencia de actividad del cuerpo lúteo, presencia de folículos ≥ 25 mm
- Anestro. Ovarios grandes, ausencia de cuerpo lúteo (CL), folículos no mayores de 20 mm
- Estro. Ovarios de tamaño variable, ausencia de actividad del cuerpo lúteo, regresión del CL, presencia de un folículo ≥ 25 mm. Ocasionalmente 2 folículos dominantes presentes
- Diestro. Evidencia temprana de ovulación reciente; luego ovarios de tamaño variable, folículos que pueden estar presentes y ser grandes con CL.

1.12. Consideraciones Para el Manejo Reproductivo de la Yegua

La importancia de conocer el manejo reproductivo de la yegua, radica en el hecho de que es diferente de las especies domesticas de producción, ya que por su alto valor económico y estimado deben manejarse en forma grupal como individual (Galina, 2008).

Se debe saber que, antes de incorporar a una potranca o yegua al evento reproductivo, se deben revisar, evaluar y domar. La hembra destinada a la reproducción deberá tener la edad, desarrollo somático y genital adecuado (madurez sexual) (ACPA, 2008).

Una herramienta que facilita y ayuda a determinar cuándo es el momento óptimo para reproducir una yegua, es el ultrasonido, ya que por medio de este, se logra deducir cuál es el periodo de mayor fertilidad de la yegua. Como también permite determinar la etapa del desarrollo folicular en el cual se encuentra. Lo que hace posible reducir el número de servicios del garañón, o se puede detectar cualquier

anormalidad en el tracto reproductor de la yegua, que impida su reproducción y/o gestación.

Las herramientas y procesos tecnológicos que el hombre aplica de manera directa o indirecta a la reproducción animal, se conocen como biotecnologías reproductivas, o técnicas de reproducción asistida. Las técnicas de reproducción asistida (TRA) se han desarrollado rápidamente en los últimos años en la producción equina. La inseminación artificial (IA), y la transferencia de embriones (TE), transferencia de oocitos (TO) son técnicas de gran impacto sobre los sistemas productivos (Ángel, 2010), tanto que se les ha implementado cada vez con más frecuencia en los criaderos.

La utilización de las TRA es una realidad en cualquier sistema de producción de caballos de mediana a alta complejidad, comenzando por la utilización masiva de la IA, la ultrasonografía reproductiva hasta la TE. En general estas son desarrolladas de un lado para avanzar en programas de selección y manejo genético, y de otro lado, tienen un importante papel en la medicina reproductiva (Ángel, 2010).

Los fracasos en las técnicas pueden deberse al desconocimiento de otros factores importantes para la reproducción como la nutrición, selección genética o el manejo administrativo y sanitario de una unidad productiva (Ángel, 2010).

2. CONCLUSIONES

La yegua es una especie poliéstrica estacional, es decir, presenta estros solo durante un periodo determinado. Este periodo de estro o etapa reproductiva de la yegua, ocurre en las estaciones de primavera-verano. Mientras que a la inactividad cíclica ovárica, se le conoce como anestro y ocurre durante el otoño-invierno. Tanto el estro como el anestro, varían de acuerdo a factores como el fotoperiodo, factores ambientales, nutricionales, raza, edad, entre otros.

Luego del anestro invernal (mediados de enero), las yeguas entran en un periodo de transición caracterizado por una actividad cíclica errática antes de ingresar al periodo de actividad sexual regular y fértil. Esto quiere decir que hay presencia de folículos maduros que inducen al estro en la yegua. El comportamiento es igual al de un estro normal, sin embargo, dado que no hay una estimulación adecuada de gonadotropinas hacia los folículos, no se da la ovulación y por consecuencia no hay gestación. Ocurre lo mismo entre el final de la época reproductiva y el inicio del anestro fisiológico.

Estos folículos anovulatorios persistentes desaparecerán al establecerse más firmemente el periodo de actividad ovárica, que inicia con la primera ovulación de la época reproductiva.

Con el uso tanto de la ultrasonografía como de registros individuales, se logra evitar que las yeguas sean servidas durante este periodo de transición, así como se evita el desgaste del garañón o en su caso el desperdicio de semen. En parte la eficiencia reproductiva de la yegua depende de estos.

3. BIBLIOGRAFÍA

1. (ACPA). 2008. Manejo de la reproducción equina. Asociación Cubana de Producción Cubana. Notas técnicas. 2008/4.
2. Ángel, D. y Bran, J.A. 2010. Reproducción asistida en equinos: nuevos aportes desde la teoría. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 5(1): 56-69.
3. Bavera, G. A. 2011. Producción equina. Sitio Argentino de Producción Animal. Córdoba, Argentina.
4. Cunningham, J. G. y Klein, B. G. 2009. Fisiología Veterinaria (4a ed). Ed. ELSEVIER. Barcelona España. Pág. 469-491.
5. Chemineau P. 1993. FAO. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Cultura. Efectos de las variaciones del fotoperiodo sobre la reproducción[en línea]. 77 - 1993/4. <http://www.fao.org/docrep/v1650t/v1650T04.htm#TopOfPage>. [Consulta: Junio del 2014].
6. Fragoso R., C. Y. 2007. Inducción al Estro en Yeguas por Medio de Prostaglandinas (Servicio profesional). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán, México.
7. Galina, C. y Valencia, J. 2008. Reproducción de los Animales Domésticos 3a ed. Ed. Limusa. México, D.F. Pág 403-433.
8. Gutiérrez C., C. H.; Ramos, O. J. M. 2008. Seguimiento de la Dinámica Folicular en Yeguas de Paso Criollo Colombiano en la Sabana de Bogotá

(Tesis de licenciatura). Universidad de la Salle. Facultad de Medicina Veterinaria. Bogotá D.C.

9. Intervet. 2007. Compendium de reproducción animal. Sinervia Uruguay/Paraguay. Diciembre. Pág. 129-170.
10. Intervet S/A. Línea equinos [en línea]. http://www.msd-salud-animal.mx/binaries/Folleto_Línea_Hormonales_Equinos_tcm92-66540.pdf. [Consulta: Junio del 2014].
11. López, P. L. M.; Zarco, Q. L. y Boeta, A. A. M. 2010. Inducción de la actividad ovárica en yeguas criollas con un programa de fotoperiodo artificial en la latitud 19°9'N. Veterinaria México (UNAM). 41 (2).
12. Méndez, B. M. S.; Méndez B. F. G.; Colina, F. F. y Escobar M., F. J. 2010. Comportamiento reproductivo de la yegua. Veterinaria Zacatecas. 4:135-141.
13. Otálvaro, L. J.; J. Correa, C.; E. Vélazquez, C. y Maldonado, E. J. G. 2005. Falla ovárica en una yegua de paso fino colombiano: tratamiento combinado homeopático antihomotóxico y hormonal. Reporte de un caso. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 22.:665-675.
14. Paéz, B. E. M. 2012. Módulo Reproducción Avanzada. UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. CEAD TUNJA.
15. Pérez, C. C. I. 2010. Evaluación Folicular y Diagnóstico de Gestación en Yeguas (Servicio profesional). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán.

16. Prieto, G. B. y Velázquez, P. M. 2002. Fisiología de la Reproducción: Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (Monografía). Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. UNAM. Vol.45 No.6 Noviembre-Diciembre.
17. Ramírez, M. J. A. 2006. Determinación del Fotoperiodo Sobre la Actividad Ovárica en Yeguas durante el Año, en Diferentes Haras, en los Departamentos de Guatemala, Sacatepequez y Escuintla (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria. Guatemala.
18. Ramírez, G.; Gutiérrez, C. y Ramos, M. 2010. Dinámica folicular en yeguas paso fino colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá. Revista de Medicina Veterinaria CES. 19 / Enero – junio.
19. Ríos, L. P. P. y Velez, Z. G. 2011. Caracterización del Folículo Preovulatorio y Medición del Cuerpo Hemorrágico en Yeguas Criollas Colombianas del Criadero San Pablo. Universidad de Ciencias Aplicadas Ambientales - U.D.C.A. Facultad de Ciencias Pecuarias. Medicina Veterinaria. Bogotá.
20. Salazar, O. J; Nagy, P. y Guillaume, D. 2009. Estacionalidad en la yegua. VII Curso Internacional de Reproducción en Equinos. UNAM, México. Julio de 2009.
21. Sisson, S. y Grossman, J. D. 2005. Anatomía de los Animales Domésticos (5a ed). Ed Masson. Barcelona. Pag. 605-618.
22. Ureña, R. A. S. 1983. Parámetros Reproductivos de la Yegua Pura Sangre de Carrera en Panamá (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Ver.

23. Valle, C. M. M. 2010. El Uso del Ultrasonido para Diagnosticar Problemas de Tipo Reproductivo en la Yegua (Servicio profesional). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán, México.
24. Zamudio, F. J. V. 2005. Uso de Prostaglandinas para Sincronizar el Estro en Yeguas Criollas y sus Efectos Colaterales (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Ver.