



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INDUCCIÓN DE ESTRO EN YEGUAS

TESINA QUE PRESENTA

ROGELIO BEIZA LÓPEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor:
DR. JOSE HERRERA CAMACHO

MORELIA, MICH. MARZO 2020



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INDUCCIÓN DE ESTRO EN YEGUAS

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA QUE PRESENTA

ROGELIO BEIZA LÓPEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor:
DR. JOSE HERRERA CAMACHO

Agradecimientos

A mis padres por estar siempre junto a mí, entregándome su cariño, apoyo y fortaleza en todo momento y por haberme regalado la oportunidad de estudiar. A mis Hermanos que al igual que mis padres, siempre me motivan a seguir adelante, me han brindado su apoyo incondicional para haber culminado mis estudios de Licenciatura.

A mi esposa e hijo que son mi motor para seguir preparándome y superar cualquier adversidad juntos.

A mi asesor el Dr. José Herrera Camacho, por ser un excelente profesionalista, es para mi un gran ejemplo a seguir, le agradezco mucho el tiempo que ha dedicado a mi trabajo, además, lo considero un gran amigo y de los mejores Médicos que he conocido.

ÍNDICE

Pág.

1. Introducción.....	1
2. Anatomía del Aparato Reproductor de la Yegua.....	2
2.1. Ovarios.....	5
2.2. Oviductos.....	6
2.3. Útero.....	7
2.4. Cérvix.....	8
2.5. Vagina.....	9
2.6. Vestíbulo.....	10
2.7. Vulva.....	10
3. Fisiología reproductiva.....	
3.1. Ciclo estral.....	12
3.2. Estacionalidad.....	18
3.3. Temporada de crecimiento.....	22
3.4. Fotoperiodo en la reproducción equina.....	23
4. Inducción de estro en Yeguas.....	26
4.1. Tratamiento para manejar Yeguas en fase.....	27
anovulatoria estacional	
4.1.1. Progestágenos.....	27
4.1.2. GnRH / Análogos de GnRH.....	28
4.1.3. Extractos De Hipofisis (Epe).....	29
4.1.4. Antagonista De Dopamina.....	29
4.2. Tratamiento Para El Manejo Reproductivo.....	31
De Yeguas Ovulatorias	
4.2.1. Progestágenos.....	31
4.2.2. GnRH /Análogos de GnRH.....	32
4.2.3. Estrógenos.....	35
4.2.4. Extractos pituitarios / eFSH.....	37
4.2.5. Prostaglandinas.....	38
4.2.6. Equimune (MCWE).....	39
4.2.7. Hormonas Tiroideas- Tiroxina (T4).....	40
5. Conclusión.....	41
6. Bibliografía.....	42

RESUMEN

El presente trabajo contiene una revisión bibliográfica específica sobre los protocolos de inducción de celo en yeguas, con la finalidad de brindar a los lectores información precisa y completa sobre este tema, ya que en ocasiones en la búsqueda de información nos encontramos con muchos documentos pero no hablan de la especie de los equinos, la mayoría de trabajos realizados son sobre bovinos, porcinos, o caprinos, pero la reproducción equina es también muy importante y es el motivo de este documento, facilitar el acceso a la información sobre este tema.

Palabras clave: reproducción equina, inducción de estro en yeguas, protocolos de inducción.

ABSTRACT

This document contains a specific bibliographic review about mating induction protocols in mares, in order to provide readers with accurate and complete information on this topic, unfortunately sometimes in the search for information, we find many documents but they don't deal with of the equine species, the majority of work done is on cattle, pigs, or goats but not horse breeding is also very important and is the reason for this document, to facilitate access to information on this topic.

Keywords: equine reproduction, estrus induction in mares, induction protocols.

1. Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad la recopilación de información importante para la reproducción equina, tanto para profesionistas como para estudiantes, ya que hoy en día, a pesar de que se tiene acceso a bastante información por medio de Internet, sigue siendo poca la información que se encuentra específicamente sobre el tema de la Inducción de estro en yeguas, de tal forma que en este documento se engloba información de reproducción y de protocolos de Inducción tanto en fases ovulatorias como en fases anovulatorias, es importante también que el alumno de medicina veterinaria y zootecnia, como los egresados y profesionistas, conozcan a fondo la actividad hormonal en torno a la reproducción equina, ya que es sin duda, un área de trabajo en la que es muy importante el manejo de las hormonas para obtener los resultados que el propietario de los animales desea.

Objetivo

Dar a conocer los nuevos protocolos de inducción de estro en yeguas, con la intención de brindar información actualizada a médicos veterinarios y estudiantes de veterinaria para que con el manejo adecuado y la correcta aplicación de los protocolos aquí mencionados puedan sin duda obtener una mejor eficacia de preñez en esta especie, de este modo, beneficiar a los productores ya que la reproducción es un área muy importante en el ejercicio de la profesión del médico veterinario sobre todo para que el productor obtenga una relación costo-beneficio favorable.

2. Anatomía y Fisiología del Aparato Reproductor de la Yegua

El sistema reproductivo está formado por dos grupos de órganos: (1) aquellas estructuras que son propiamente del tracto reproductivo (ovarios y genitales tubulares) y (2) aquellas estructuras que están físicamente aisladas del tracto reproductivo, pero desempeñan un papel en la regulación de los eventos reproductivos (por ejemplo, glándula pineal, retina, hipotálamo y glándula pituitaria). (Galina, C. et, al. 2008)

El tracto reproductivo (Figuras 1 a 4) consta de dos ovarios y un tracto tubular, que incluyen los oviductos emparejados y los cuernos uterinos, y un solo cuerpo uterino, cuello uterino, vagina, vestíbulo y vulva. (Galina, C. et, al. 2008)

El lumen del tracto reproductor femenino es el único canal del cuerpo que se comunica entre la cavidad abdominal y el entorno externo. Más de la mitad del tracto reproductivo se encuentra dentro de la cavidad abdominal, y el resto se encuentra dentro de la cavidad pélvica. Cuando el óvulo libera el folículo en la ovulación, se recibe al nivel de la bolsa ovárica, que se cree que ayuda al paso del óvulo al oviducto. El oviducto es responsable del movimiento de los espermatozoides y los óvulos a un sitio común (la ampolla) para la fertilización. El óvulo fertilizado (embrión) luego viaja por el oviducto gana entrada en el útero para el apoyo gestacional. El útero proporciona el entorno adecuado para que se desarrolle el embrión. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

El oviducto es responsable del movimiento de los espermatozoides y los óvulos a un sitio común (la ampolla) para la fertilización. El óvulo fertilizado (embrión) luego viaja por el oviducto y gana entrada en el útero para la gestación. El útero proporciona el entorno adecuado para que se desarrolle el embrión. (Galina, C. et, al. 2008)

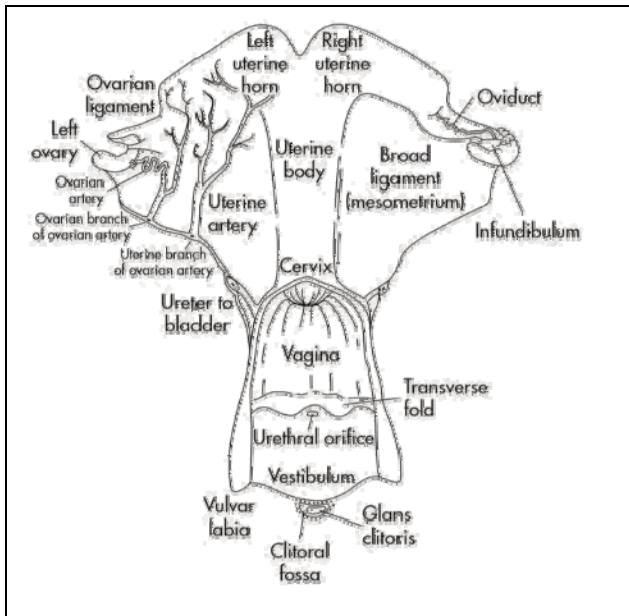


Figura 1. Vista dorsal del tracto reproductivo de la yegua

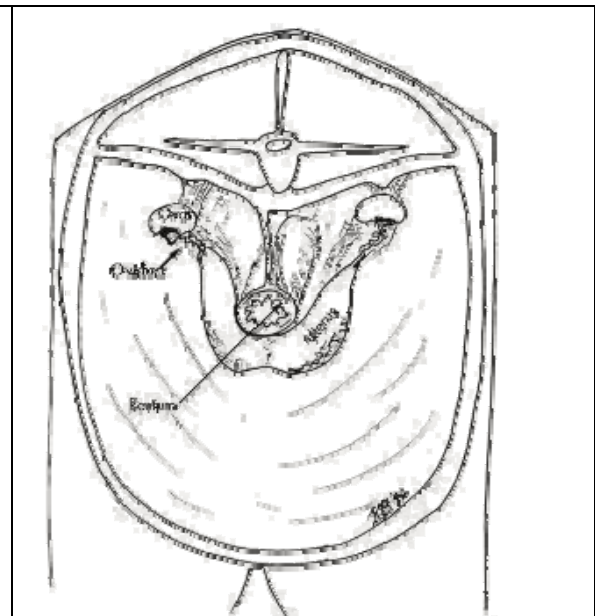


Figura 2 Aspecto frontal de los ovarios suspendidos y cuernos uterinos

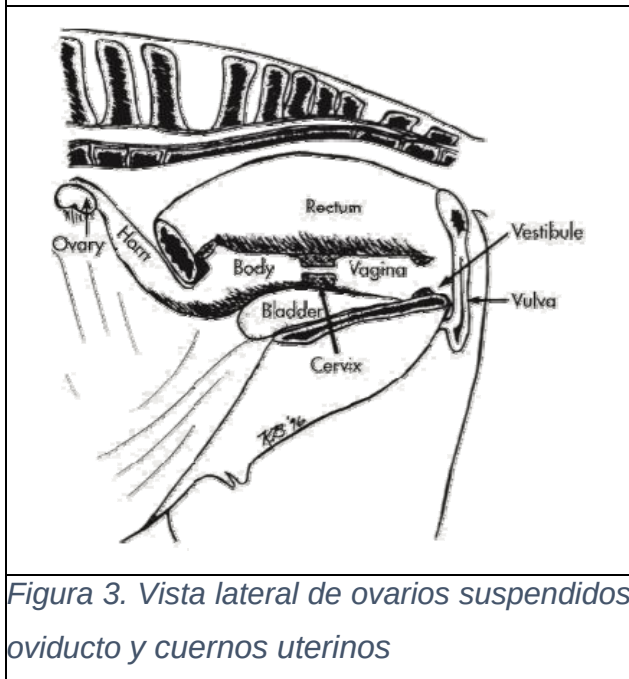


Figura 3. Vista lateral de ovarios suspendidos, oviducto y cuernos uterinos

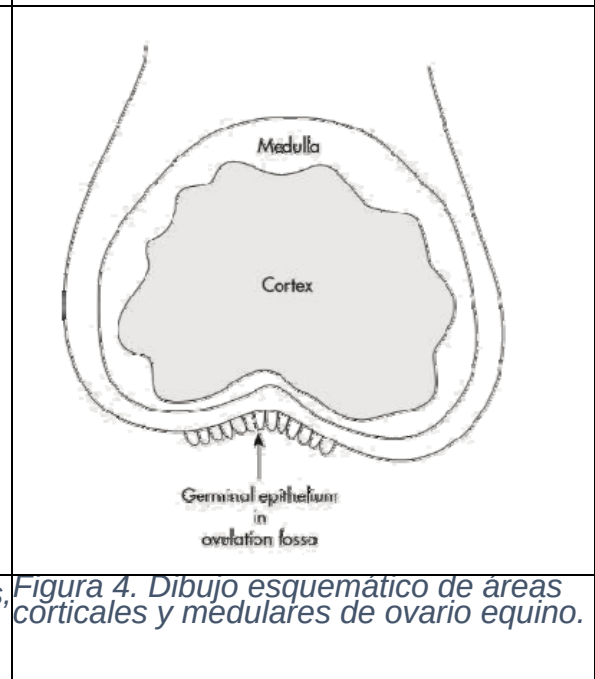


Figura 4. Dibujo esquemático de áreas corticales y medulares de ovario equino.



Figura 5. Vista del orificio cervical externo que sobresale en la luz vaginal

El cuello uterino acomoda el glándula expandido del pene del semental en el estro para permitir la deposición intrauterina del esperma y se cierra herméticamente durante la gestación para prevenir la infección bacteriana / fúngico ascendente del tracto posterior. También se expande considerablemente en el momento del parto para acomodar el paso del potro.

La porción caudal del cuello

uterino se proyecta hacia el lumen de la vagina (Figura 5). Los pliegues longitudinales comprenden el revestimiento del cuello uterino y son continuos con los pliegues endometriales que recubren el cuerpo uterino. El cuello uterino segrega dos tipos de moco: un moco delgado para lubricar el tracto genital posterior en preparación para el coito y un moco más viscoso para ayudar a sellar la luz cervical durante el embarazo. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

La vagina es un espacio potencial que se expande para permitir el paso del pene y el potro. Un pliegue transversal cubre el orificio externo de la uretra y es la división anatómica entre la vagina, que es anterior, y el vestíbulo, que es posterior. La unión entre el vestíbulo y la vagina se conoce como el anillo vestibulovaginal. Cuando está cerrado, este anillo restringe la entrada de aire y residuos en el tracto tubular superior. La vulva está limitada a la abertura externa del tracto tubular. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

2.1. OVARIOS

Los ovarios de la yegua son usualmente la parte más anterior del tracto reproductivo en la yegua no embarazada (ver figura 3). El útero de la yegua no enrollada y suspendida dorsalmente (en comparación con la unión del ligamento ancho del tracto enrollado y más ventral y posterior [flanco] en otras especies de animales de granja) explica la ubicación más craneal de los ovarios. Así, en la yegua, los ovarios están en el plano craneal más transversal, mientras que, en otras especies de animales de granja, una porción del útero es craneal a los ovarios. (Brinsko Ed. et, al. 2011.)

Los ovarios, así como los folículos, son más grandes en la yegua que en otras especies de granja. Los ovarios equinos tienen forma de frijol y varían en tamaño según la actividad ovárica, siendo los más grandes durante la temporada de reproducción (primavera y verano) y los más pequeños durante la temporada no reproductiva (anestro de invierno). El tamaño promedio de los ovarios es de 6 a 8 cm de largo y 3 a 4 cm de altura y el peso promedio es de 70 a 80 g. Los ovarios están ubicados en el área sublumbar (ventral a la cuarta o quinta vértebra lumbar), suspendidos por ligamentos anchos en forma de lámina, y generalmente se ubican varios centímetros detrás del riñón correspondiente. El ovario derecho suele ser más craneal (2 a 3 cm) que el izquierdo. Debido a que los ovarios pueden ser levantados por los intestinos, su ubicación real en el cuerpo es bastante variable. Por lo tanto, para facilitar la localización de los ovarios durante la palpación por recto, los autores recomiendan trazar la punta de cada cuerno uterino hasta el ovario asociado (debido a que el ovario puede estar en contacto con el cuerno uterino ipsilateral hasta 5 cm de la punta). Cada ovario consta de dos superficies (medial y lateral), dos bordes (unidos [dorsal] y libres [ventral]), y dos polos (craneal [tubal] y caudal [uterino]). El borde caudal está conectado al cuerno uterino por el ligamento ovárico. Cada ovario tiene forma de frijol, con una depresión muy prominente en el borde libre o ventral. El borde dorsal convexo a veces se denomina curvatura mayor. (Brinsko Ed. et, al. 2011.)

La superficie ovárica está cubierta en gran parte por peritoneo, excepto en el borde adjunto donde entran los nervios y los vasos. La relación entre las áreas medular y cortical ovárica es inusual en la yegua (ver Figura 4). El ovario de la yegua es "de adentro hacia afuera" en comparación con los ovarios de otras especies de animales de granja. En otras

palabras, la zona medular o vascular es superficial y la zona cortical (que contiene los folículos) está en el interior de la glándula. (Brinsko Ed. et, al. 2011.)

El tejido cortical alcanza la superficie solo en la depresión del borde ventral o libre. Esta es, por lo tanto, la única área desde la cual ocurre la ovulación normal y se denomina adecuadamente fosa de ovulación. La fosa de la ovulación está cubierta por una capa de células poligonales cortas, que son un remanente del epitelio germinal primitivo. La papila de ovulación del cuerpo lúteo no se proyecta desde la superficie convexa del ovario como lo hace en otras especies, sino desde la fosa de la ovulación. El ovario tiene funciones exocrinas y endocrinas. La función exocrina es el desarrollo de gametos, y la función endocrina es la producción de hormonas. (Brinsko Ed. et, al. 2011.)

2.2. OVIDUCTOS

Los oviductos (trompas de Falopio y trompas uterinas) son conductos tortuosos largos que miden de 20 a 30 cm de longitud en yeguas de caballo cuando están completamente extendidos. Los cilios están presentes en el epitelio del oviducto y producen una corriente dirigida hacia el útero. El oviducto se divide en tres partes: el infundíbulo (la porción en forma de embudo más cercana al ovario), la ampolla (porción media expandida) y el istmo (porción estrechada que conecta la ampolla con el cuerno uterino). El borde craneal del infundíbulo se adhiere a la superficie lateral del ovario de la yegua. En la ovulación, esta estructura en forma de abanico envuelve la fosa de ovulación para facilitar la entrada del óvulo en el oviducto. La ampolla es la parte media del oviducto donde ocurre la fertilización y la escisión temprana del óvulo fertilizado. El istmo altamente muscular transporta el óvulo fertilizado (embrión) desde el sitio de fertilización hasta la luz uterina. El oviducto ingresa al útero justo en el caudal hasta el extremo romo del cuerno uterino a través de una papila distinta (papila oviductal) que se visualiza fácilmente desde la luz uterina. Los oviductos normales generalmente no son palpables por recto. Los espermatozoides obtienen acceso al oviducto a través de la unión uterotubal (UTJ), que se encuentra en el centro de la papila oviductal que se proyecta hacia la luz uterina cerca del extremo romo del cuerno uterino. Los pliegues longitudinales, edematosos y profundos están presentes en la UTJ durante el estro, y se pueden encontrar numerosos espermatozoides "unidos" a las células epiteliales o "atrapados" en estos pliegues dentro de las 4 horas posteriores a la

reproducción. El UTJ puede desempeñar un papel en la selección de espermatozoides morfológicamente normales y también puede actuar como un sitio de almacenamiento para los espermatozoides que esperan ser transportados al oviducto. (Mc Kinnon. 2011.)

Se cree que el istmo muscular se contrae rítmicamente después de la reproducción de una manera que impulsa a los espermatozoides al sitio de fertilización en la ampolla. Se cree que la adhesión del espermatozoide a las células epiteliales en el istmo (y quizás el UTJ) previene la capacitación prematura y aumenta la vida útil del espermatozoide, lo que resulta en un reservorio de espermatozoides que espera la oportunidad de liberarse para fertilizar el óvulo. (Mc Kinnon. 2011.)

2.3. ÚTERO

El útero consiste en dos cuernos y un cuerpo singular. El útero se ha descrito como en forma de T en la yegua, pero la forma en Y (ver Figura 1-2) es probablemente una descripción más precisa del órgano cuando se observa dorsalmente en su posición natural en la yegua. El útero está suspendido dentro de la cavidad pélvica y el abdomen por el ligamento ancho. La porción del ligamento ancho que se adhiere al útero se llama mesometrio. En la yegua, el mesometrio se adhiere a la superficie dorsal de los cuernos uterinos, mientras que en la vaca el accesorio está en la superficie ventrolateral. Por lo tanto, en las yeguas, la superficie libre (no anexada) del útero es ventral al ligamento ancho, mientras que en el ganado bovino, la superficie libre es dorsal al ligamento ancho. Esta disposición evita la evaluación digital del cuerpo uterino e igualmente impide la retracción del útero en la cavidad pélvica durante la palpación de la yegua por el recto. Por el contrario, en la vaca estos procedimientos se realizan fácilmente. Los cuernos uterinos de la yegua están completamente en la cavidad abdominal y "flotan" o se entremezclan con las vísceras intestinales. La capa serosa del útero y la capa vascular más la capa muscular longitudinal son continuas con la del ligamento ancho. El miometrio está compuesto por una capa circular interna y una capa longitudinal externa. Finalmente, la capa más interna del útero consiste en el endometrio, que es glandular y secretor. El lumen uterino en el estado normal de no embarazo está casi destruido por la pared colapsada y prominentes pliegues endometriales. Los pliegues endometriales están dispuestos longitudinalmente en el útero y, por lo general, son palpables por recto

cuando el útero está "rasgado" entre el pulgar y el dedo índice. El miometrio es bastante grueso y es responsable de la variación en el tono uterino de la yegua durante el estro en comparación con el diestro o el embarazo temprano. En contraste con el de la vaca, el útero de la yegua no está enrollado, el ligamento intercornual no es prominente, la bifurcación interna está marcada por un tabique uterino corto y el cuerpo es más largo. La vasculatura del útero se suministra en cada lado por tres arterias y venas que se abren paso a través del amplio ligamento: la rama uterina de la arteria vaginal y la vena correspondiente; la arteria uterina (a veces llamada arteria uterina media) y la vena correspondiente; y la rama uterina de la arteria ovárica y la vena correspondiente. La rotura de estas arterias a veces ocurre durante el parto en yeguas de edad, lo que lleva a la formación de hematomas en el ligamento ancho o hemorragia fatal en el abdomen. La arteria ovárica se encuentra en la porción craneal del ligamento ancho y sigue el curso de la vena ovárica y la rama uterina de la vena ovárica; sin embargo, a diferencia de las especies de rumiantes, la arteria ovárica no está estrechamente unida o aplicada a la vena ovárica. Esto tiene importantes consideraciones funcionales, a saber, para el transporte a contracorriente de prostaglandina-F₂ (PGF₂) desde las venas que drenan el útero hacia la arteria ovárica. Debido a que este intercambio a contracorriente no es eficiente en la yegua, la PGF₂ induce la regresión del cuerpo lúteo que llega al ovario a través de la circulación sistémica, a diferencia de los rumiantes, en los cuales PGF₂ llega al ovario en concentraciones más altas a través de la arteria ovárica porque de intercambio a contracorriente del drenaje venoso uterino estrechamente entrelazado. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

2.4. CERVIX

El cérvix es un órgano versátil. Está revestido internamente por células secretoras que contienen epitelio que producen un moco delgado para servir como lubricante durante el estro y un moco espeso para ocluir la luz cervical durante el diestro y el embarazo, de modo que sea menos permeable a las bacterias y objetos extraños. Los pliegues longitudinales del cuello uterino son continuos con los pliegues endometriales presentes en el cuerpo del útero. El cuello uterino se expande para acomodar el pene del semental durante el estro y el potro durante el parto, y se cierra herméticamente durante el diestro y

más aún durante el embarazo. El cuello uterino de pared gruesa suele identificarse por palpación por recto, especialmente durante el diestro o el embarazo, y suele ser de 5 a 7,5 cm de longitud y de 2 a 4 cm de diámetro. Durante el estro, el cuello uterino es bastante flácido y, por lo tanto, más difícil de palpar por el recto. El cuello uterino de la yegua se diferencia del de la vaca en dos formas: (1) el lumen cervical se expande y contrae durante el ciclo estral debido a una gruesa capa de músculo circular rico en fibras elásticas, y (2) el cuello uterino solo tiene Pliegues longitudinales sin obstrucción de anillos cervicales transversales. Por lo tanto, se puede acceder al útero más fácilmente a través del cuello uterino de la yegua que a través del cuello uterino de la vaca. El orificio externo del cuello uterino sobresale en el lumen vaginal (ver Figura 1-5) y está rodeado por el fornix vaginal (es decir, el área de reflexión de la membrana mucosa vaginal sobre el cuello uterino). (Galina, C. et, al. 2008)

2.5. VAGINA

La vagina es un órgano tubular que se extiende horizontalmente de 15 a 20 cm a través de la cavidad pélvica desde el orificio externo del cuello uterino hasta el pliegue transversal que cubre el orificio uretral externo. En yeguas de soltera, este pliegue transversal a menudo se continúa en ambos lados de la vagina, formando el himen. Ocasionalmente, el himen rodea completamente la unión vestibulovaginal y es imperforado (himen persistente) (Figura 1-6), lo que impide la reproducción hasta que se elimina. La vagina continúa caudalmente como el vestíbulo. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

El lumen de la vagina normalmente se colapsa, excepto durante la reproducción y el



paso del potro al parto. La vagina, incluida su mucosa, es muy elástica y se expande considerablemente para adaptarse al paso del potro. Se distiende con el aire cuando existe la condición anormal de neumovagina. La luz de la vagina está cubierta por un epitelio escamoso estratificado. La vagina craneal está cubierta

de serosa y se encuentra dentro de la cavidad peritoneal. La vagina posterior está en una posición retroperitoneal y, por lo

tanto, no está cubierta con serosa. Debido a que la mayor parte de la vagina es retroperitoneal, las lesiones vaginales (como lagrimeo durante la reproducción) generalmente no se perforan en el espacio peritoneal, aunque a veces esto ocurre. A diferencia del útero, el cuello uterino y el vestíbulo, la vagina no contiene estructuras glandulares. (Blanchard, L.T. et al. 2003.)

2.6. VESTIBULO

El vestíbulo se extiende de 10 a 12 cm desde el pliegue transversal que recubre el orificio uretral externo hasta la vulva. Existe un anillo vestibulovaginal en la unión del vestíbulo y la vagina y, debido a los músculos constrictores vulvar y vaginal que rodean esta área, forma un sello, lo que minimiza la entrada de material extraño en el tracto tubular superior. Este anillo muchas veces es incompetente (débil o incapaz de cerrarse) cuando existe neumovagina, lo que permite la entrada de aire en el espacio vaginal. El vestíbulo contiene glándulas vestibulares ventralmente que secretan moco para proporcionar lubricación del tracto tubular posterior. (Blanchard, L.T. et al. 2003.)

2.7. VULVA

La vulva (Figura 7) se refiere a la abertura externa del tracto reproductivo femenino y las estructuras que lo rodean. La abertura vulvar vertical normalmente comienza de 5 a 7 cm directamente debajo del ano y tiene una longitud de 12 a 15 cm. La comisura dorsal de la vulva normalmente está a menos de 5 cm por encima del isquio (piso de la pelvis). La yegua es propensa a la aspiración de aire en la vagina (neumovagina) si la comisura dorsal es superior a 5 cm por encima del isquio, en particular si el ano está hundido (hundido) y los labios de la vulva están inclinados horizontalmente para que la vulva ya no esté vertical. (Figura 8). Los labios de la vulva contienen una musculatura subyacente que funciona para cerrar la abertura vulvar, proporcionando una barrera adicional a la entrada de material extraño en el tracto tubular. (Blanchard, L.T. et al. 2003.)

La vulva contiene mucho tejido elástico y se expande en gran medida durante el paso del feto en el parto. El clítoris, un homólogo del pene, está ubicado en una cavidad justo craneal a la comisura ventral de la abertura vulvar (Figura 9). El glándula clítoris es más prominente en la yegua que en otras especies de animales

de granja. Tres senos del clítoris están ubicados en la parte dorsal del clítoris, y una gran fosa del clítoris singular se encuentra ventral al clítoris del glande. Los senos del clítoris y la fosa deben ser examinados para el cultivo bacteriológico para documentar la ausencia de infección con *Taylorella equigenitalis*, el organismo que causa metritis contagiosa equina. (Blanchard, L.T. et al. 2003.)



Figura 7. Ano y vulva normal en yegua Figura 9. Ano hundido y vulva con punta en una yegua de edad avanzada.

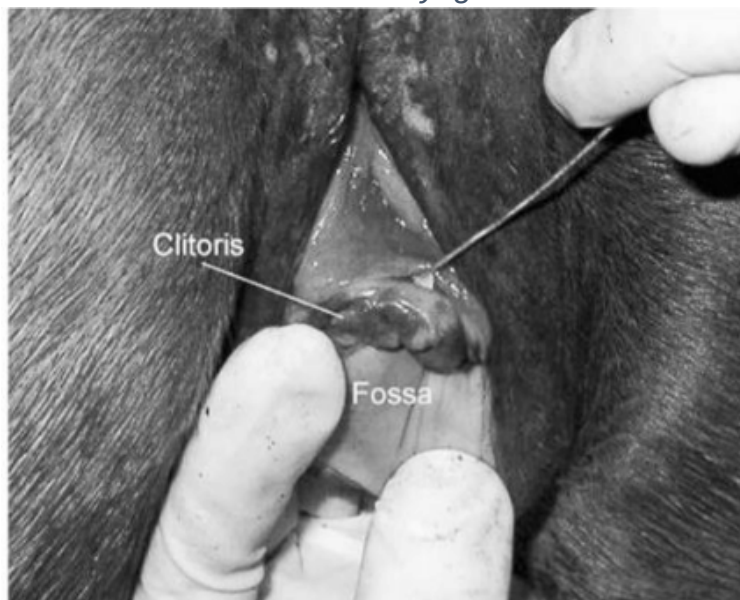


Figura 9.El clítoris (flecha) está ubicado en una cavidad justo craneal a la comisura ventral de la vulva.

3. Fisiología reproductiva.

3.1. Ciclo Estral.

La yegua es un animal poliéstrica estacional; durante la temporada de reproducción, la yegua no gestante tendrá ciclos estral recurrentes. El ciclo estral se define como el período de una ovulación a una ovulación subsiguiente, y cada ovulación se acompaña de signos de estro y concentraciones de progesterona en plasma menores de 1 ng/ml. El ciclo estral se divide en el proceso de ovulación y un período inter ovulatorio. El ciclo estral también se puede considerar que consiste en una fase folicular (**estro**, en el que la yegua es sexualmente receptiva al semental y el tracto genital está preparado para aceptar y transportar el esperma a los oviductos para la fertilización) que involucra el proceso de ovulación y una vía lútea. El diestro, fase en la cual la yegua no es receptiva al semental y el tracto genital está preparado para aceptar y nutrir el concepto; el período diestro finaliza con la regresión del cuerpo lúteo y el inicio de la siguiente fase folicular. La duración promedio del ciclo estral en la población de yeguas durante la temporada de reproducción fisiológica es de 21 a 22 días (con un rango de aproximadamente 18 a 24 días) con estro que comprende de 4 a 7 de estos días (Figura 10) la duración del diestro permanece relativamente constante entre los 14 y 15 días y se ve menos afectada por la estación que la duración del estro, la duración del estro es más variable (de 2 a 12 días o más), por lo general es de mayor duración al comienzo de la temporada de reproducción, quizás debido a un aumento de la hormona luteinizante menos prominente durante este período. El diámetro del folículo más grande en el momento de la luteólisis afecta el intervalo desde la aparición del estro hasta la ovulación; los folículos más grandes presentes en la regresión del cuerpo lúteo suelen ovular antes, lo que acorta el período del estro asociado. El patrón regular del ciclo estral se basa en el delicado equilibrio entre las hormonas producidas por la glándula pineal, el hipotálamo, la glándula pituitaria, los ovarios y el endometrio (Figuras 11 y 12) las células neurosecretoras en el hipotálamo producen la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), los axones de estas células se proyectan en el espacio perivascular en la eminencia media en el origen del tallo hipofisario y liberan GnRH de forma episódica en el sistema portal

hipotalámico-hipofisario (hipotalámico-hipofisario), que transporta la hormona a la hipófisis anterior. La GnRH estimula la síntesis y liberación de la hormona estimulante del folículo gonadotropinas (FSH) y la hormona luteinizante (LH) de la glándula pituitaria anterior. Estas hormonas entran en la circulación sistémica y, a nivel de los ovarios, la FSH es responsable del reclutamiento folicular, mientras que la LH es responsable de la maduración folicular y la producción de estrógeno, ovulación y luteinización del cuerpo lúteo. El estrógeno producido por la maduración de los folículos tiene un efecto de retroalimentación positiva en la liberación de LH (es decir, promueve una liberación adicional de LH) en presencia de una baja concentración de progesterona circulante. La inhibina y el estrógeno producido por los folículos en crecimiento tienen un efecto de retroalimentación negativo en la liberación de FSH (es decir, inhiben la liberación de FSH). La progesterona producida por el cuerpo lúteo tiene un efecto de retroalimentación negativo en la liberación de LH. (Cunningham J.G. 2009)

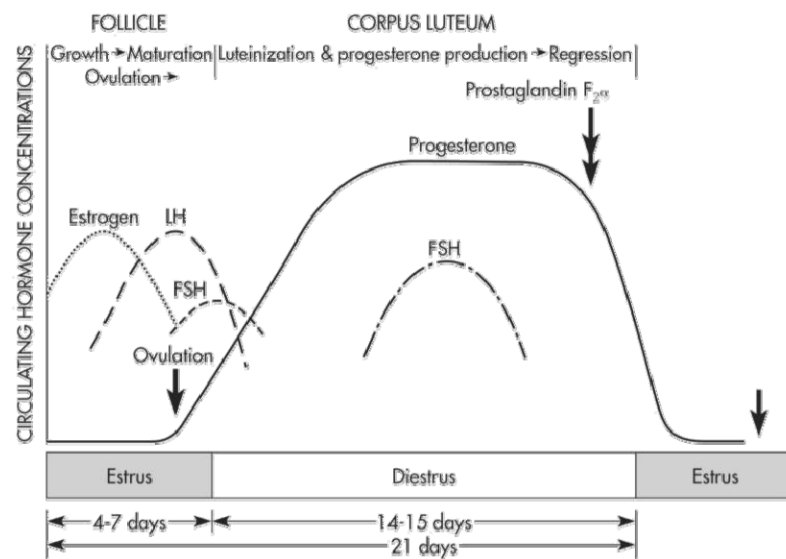


Figura 10. El ciclo estral de la yegua tiene un promedio de 21 a 22 días, con 4 a 7 días de estro (receptividad sexual) y 14 a 15 días de diestro (en el que la yegua no es sexualmente receptiva al semental). La ovulación generalmente ocurre de 1 a 2 días antes del final del estro. (Modificado de Irvine CHG: Endocrinología del ciclo estral de la yegua: aplicaciones a la transferencia de embriones, *Theriogenology* 15:85, 1981; y Neely DP, Liu IKM, Hillman RB: Reproducción equina, Nutley, NJ, 1983, Veterinary Learning Systems.)

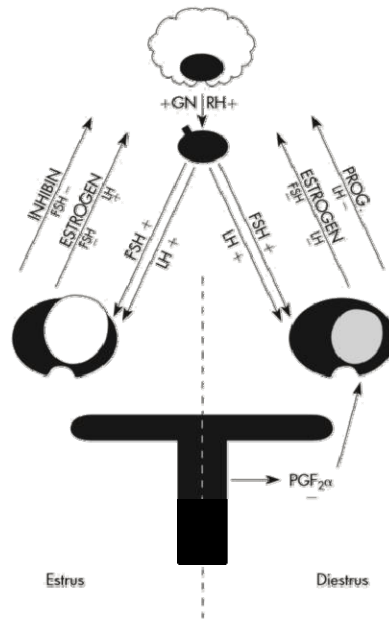


Figura 11. Una versión simplificada de la regulación hormonal del ciclo estral de la yegua. El patrón regular del ciclo estral de la yegua está controlado por la interacción entre la glándula pineal, el hipotálamo, la glándula pituitaria, los ovarios y el endometrio. El papel del endometrio se muestra en la Figura 12.

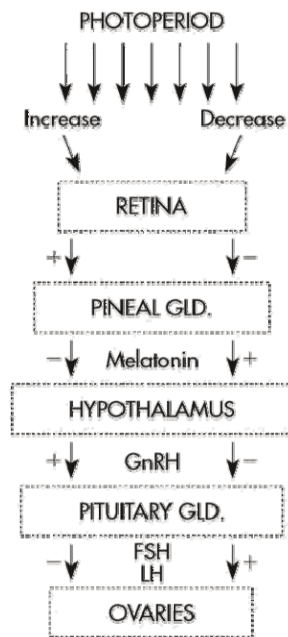


Figura 12. Representación esquemática del control hormonal de la actividad ovárica en la yegua.

La fase folicular del ciclo estral se caracteriza por el crecimiento folicular con la producción de estrógenos, lo que resulta en un estro de comportamiento (Figura 13).

Muchos folículos comienzan el proceso de maduración, pero generalmente solo un folículo se vuelve dominante y ovula. El desarrollo folicular típicamente ocurre en una o dos olas principales durante el ciclo estral. El término onda folicular se ha utilizado para describir el crecimiento inicialmente sincrónico de un grupo de folículos hasta que uno, o quizás dos, comienzan a crecer de manera preferencial (es decir, se vuelven dominantes) a los folículos restantes. El folículo (s) seleccionado (s) continúa creciendo (> 30 mm de diámetro) hasta que ovula o retrocede. Para las yeguas con una onda folicular durante el ciclo estral, la onda emerge a la mitad del ciclo (aproximadamente el día 10 después de la estimulación). Esta onda folicular primaria produce un folículo dominante identificable por ultrasonografía aproximadamente 7 días antes de la ovulación. Para las yeguas con dos ondas foliculares durante el ciclo estral, el folículo dominante seleccionado durante la primera onda folicular (es decir, denominada onda folicular secundaria) que comienza durante el estro tardío o el diestro temprano a veces ovula (ovulación del diestro). (Cunningham J.G. 2009)



Figura 13. Hembra mostrando signos típicos de estro: cola levantada, orinar, y la eversión clítoris

En la actualidad, se cree que las ondas foliculares secundarias y las ovulaciones de diestro ocurren con mayor frecuencia en los caballos de pura sangre que en los caballos de cuarto y ponis, y pueden contribuir (cuando se produce la ovulación) a intervalos prolongados de diestro. En el inicio de la luteólisis, el folículo más grande

suele ser el que se agranda y ovula. La ovulación es un proceso rápido; la mayoría del líquido folicular se libera en 2 minutos y la evacuación completa generalmente requiere de 2 a 7 minutos. El resto de los folículos, que ya se han vuelto atréticos, eventualmente retroceden. El diámetro folicular en la ovulación normalmente varía de 30 a 70 mm (rara vez <35 mm) y generalmente es de aproximadamente 40 a 45 mm, aunque los folículos más pequeños o más grandes a veces ovulan. Los folículos ovulatorios suelen ser más grandes al principio de la temporada de reproducción (marzo a mayo) en comparación con aquellos que ovulan en el pico de la temporada (junio y julio). La mayoría de las yeguas ovulan dentro de las 48 horas posteriores al final del estro; ocasionalmente, las yeguas ovulan después del final del estro (usualmente en el día en que la intensidad de los signos del estro disminuye). La incidencia promedio de las ovulaciones dobles es del 16%, y las yeguas de sangre pura sangre y sangre de tiro tienen la incidencia más alta de las ovulaciones dobles y las yeguas de cuarto de caballo, Appaloosa y pony tienen la incidencia más baja. (Cunningham J.G. 2009)

La fase lútea se inicia en la ovulación por la formación de un cuerpo lúteo secretor de progesterona, lo que hace que la yegua deje de mostrar signos de estro conductual (figura 14). Las concentraciones máximas de progesterona en circulación se alcanzan a los 6 días de la post ovulación. Una yegua rara vez mostrará signos de comportamiento del estro cuando las concentraciones de progesterona en plasma excedan de 1 a 2 ng / ml, incluso cuando hay folículos grandes en los ovarios. La vida útil del cuerpo lúteo depende de la liberación endógena de prostaglandina F2 (PGF2) del endometrio en ráfagas entre los días 13 y 16 de la post ovulación. El PGF2 se absorbe en el drenaje venoso uterino, entra en la circulación y llega a los ovarios por una vía sistémica. La luteólisis rápida es causada por el PGF2, lo que resulta en una disminución de la concentración de progesterona circulante (se produce un descenso detectable dentro de las 4 horas, con concentraciones menores a 1 ng / ml dentro de las 40 horas posteriores a la liberación inicial de PGF2), que, a su vez, libera el bloquea la secreción de LH. La maduración folicular y los signos de comportamiento característicos de la fase folicular del ciclo estral se producen. Las desviaciones (de varios días) en la duración de la fase lútea generalmente se deben a trastornos uterinos. La secreción de PGF2 debido a endometritis aguda acorta el diestro. El cuerpo lúteo persistente (diestro prolongado) es causada por la falla del

mecanismo luteolítico, tal vez como resultado de la falla del endometrio para liberar cantidades suficientes de PGF2 en el diestro tardío. (Cunningham J.G. 2009)

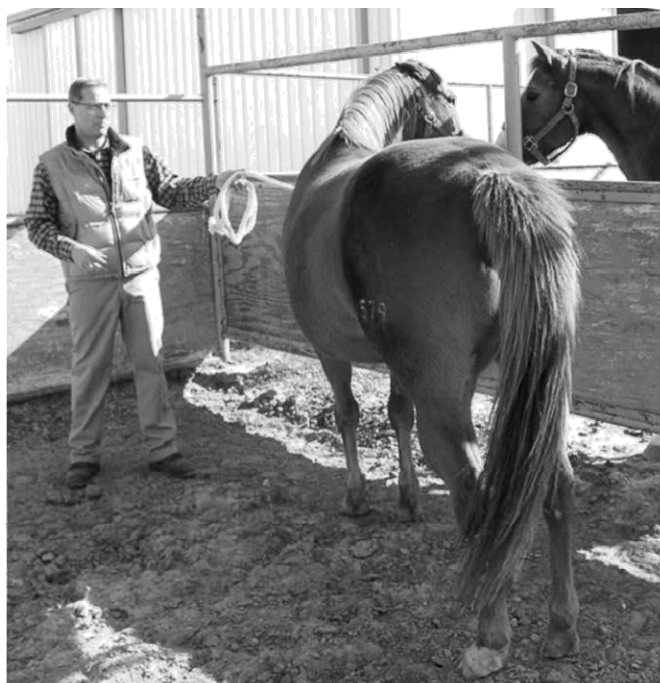


Figura 14. Yegua que muestra signos típicos de no estro: orejas echadas hacia atrás, "cambiando" la cola e intentando evitar al semental

La determinación de la etapa del ciclo de estro se puede hacer por examen del tracto reproductivo. Los criterios para determinar la etapa del ciclo incluyen el tamaño y la suavidad del folículo (s) ovárico (s) y la relajación del útero y el cuello uterino determinado por la palpación por recto. Con la excepción de determinar si la ovulación ha ocurrido recientemente (es decir, típicamente dentro de 0 a 2 días), la palpación por la presencia de un cuerpo lúteo no es posible en la yegua (por ejemplo, el folículo ovula en la fosa de ovulación y el cuerpo lúteo no sobresale de la superficie del ovario). La ecografía transrectal también se usa para estadificar el ciclo estral, ya que se puede determinar el tamaño y el carácter de los folículos, se pueden visualizar los cuerpos lúteos y se puede medir el grado de edema presente en el útero. El estado del cuello uterino (cerrado y seco o relajado, edematoso y húmedo con moco cervical) se puede determinar mediante la palpación por el recto o por la vagina y la visualización por vagina. Finalmente, la información precisa sobre las burles, incluidas las fechas en las que se determinaron los signos de estro o no estro cuando se presentó la yegua al semental, es muy útil para preparar el ciclo (Figuras 13 a 17). (Samper, J.C. et,al. 2007.)

Los folículos grandes pueden estar presentes durante cualquier etapa del ciclo estral; por lo tanto, la determinación del tamaño folicular, por sí misma, no es un indicador confiable de estro o diestro. Cuando una yegua muestra signos de estro durante la burla con un semental, uno o más folículos grandes están presentes en un ovario, y el útero y el cuello uterino están blandos y relajados (los pliegues endometriales edematosos también pueden verse en el examen de ultrasonido), una determinación de estro Puede ser hecho. Los mismos criterios se utilizan para predecir el tiempo de ovulación para la cría de una yegua en estro. Si la yegua no muestra signos positivos de comportamiento del estro cuando está cerca de un semental, se visualiza un cuerpo lúteo en un ovario mediante examen ecográfico, el útero se reafirma ("tonifica") en la palpación y muestra eco densidad uniforme sin que se visualice edema en pliegues endometriales en ultrasonido examen, y el cuello uterino es estrecho y bien cerrado, se puede identificar diestro. En la Tabla 1 se muestra un resumen de los criterios utilizados para organizar el ciclo estral en la yegua. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

3.2. Estacionalidad

La variación estacional en la duración de la luz del día tiene una profunda influencia en el rendimiento reproductivo de la yegua. El caballo es estacional, y este patrón está regulado por la luz del día o el fotoperíodo. El sistema reproductivo del caballo responde positivamente (al mejorar la eficiencia reproductiva) a cantidades crecientes de luz diurna y de manera negativa (reduciendo la eficiencia reproductiva) a cantidades decrecientes de luz diurna. La duración del fotoperíodo modula la actividad reproductiva a través de la regulación de la secreción de GnRH. Aunque la eficacia de la modulación de la actividad pineal en la estacionalidad de la yegua sigue siendo especulativa, se cree que la glándula pineal es una señal del hipotálamo a través de la secreción de melatonina. Los trabajadores de Kentucky han demostrado que, en la mayoría, pero no en todas, la secreción de melatonina de yeguas aumenta durante las horas nocturnas. Cuando la duración del día es corta, se cree que la melatonina liberada por la glándula pineal suprime la síntesis y liberación de GnRH. Cuando la duración del día es larga, se reduce la secreción de melatonina y se elimina la influencia inhibitoria sobre la síntesis y secreción de GnRH (ver Figura 11). (Samper, J.C. et,al. 2007.)

Además, los trabajadores franceses han demostrado que la administración de melatonina durante los meses de invierno puede bloquear el efecto estimulante del fotoperíodo artificialmente aumentado y, por lo tanto, retrasar el inicio de la temporada de reproducción. Sin embargo, los trabajadores de Kentucky encontraron que la presencia o ausencia de aumentos nocturnos en las concentraciones de melatonina no predecían si las yeguas seguirían teniendo ciclos de estro regulares en invierno y sugirieron que la secreción de melatonina durante este tiempo juega un papel limitado en el control de la aparición del anestro de invierno. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

Los opioides pueden participar en la regulación de la reproducción estacional modulando la secreción de LH durante el invierno. Se sabe que los opioides endógenos suprimen la secreción de gonadotropinas en animales de granja, presumiblemente al amortiguar el generador de pulsos de GnRH (activación sincrónica de las neuronas de GnRH). Los trabajadores de Nueva Zelanda demostraron que el "tono opioide" era mayor en las yeguas durante el invierno profundo que en la época de reproducción, pero el uso de antagonistas opioides en las yeguas no ha alterado la estacionalidad. La investigación sobre el papel de los opioides endógenos en la estacionalidad reproductiva en las yeguas continúa. (Blanchard, L.T. et al. 2003.)

Mientras que la transición entre estaciones es un proceso gradual y progresivo, el año reproductivo de la población de yeguas se puede dividir con fines descriptivos en cuatro estaciones que se corresponden con los cambios en la duración del día. Los trabajadores de Pennsylvania han resumido estas temporadas de la siguiente manera. El período de máxima fertilidad (es decir, la temporada de reproducción fisiológica o el período de receptividad ovulatoria) rodea el día más largo del año o el solsticio de verano (21 de junio). La yegua luego pasa a un período de transición de receptividad anovulatoria que coincide con el equinoccio de otoño (21 de septiembre) cuando el día y la noche tienen la misma duración. Durante este período, la yegua muestra un comportamiento errático del estro sin la correspondiente ovulación. Si ocurre la ovulación, la función del cuerpo lúteo no se mantiene. Las yeguas luego ingresan a un estado de anestro o quietud sexual que

se centra alrededor y después del día más corto del año o solsticio de invierno (21 de diciembre). Después de este período, la yegua entra en otro período de transición de receptividad anovulatoria que se corresponde con el equinoccio vernal (21 de marzo). (Blanchard, L.T. et al. 2003.)



Figura 15. Método para presentar al semental.



Figura 16. Método de presentar al semental sin que la yegua se mueva a voluntad.

Este período se caracteriza por un período de calor largo y errático que finalmente culmina en una ovulación, iniciando así el período de receptividad ovulatoria. Este patrón cíclico es una tendencia, y no se incluyen todas las yeguas porque un pequeño porcentaje (aproximadamente del 15% al 20%) tendrá ciclos regularmente durante todo el año. Incluso las poblaciones de yeguas cerca del ecuador tienden a mostrar un patrón estacional de ciclismo reproductivo. Curiosamente, los trabajadores de Kentucky han demostrado recientemente que, dentro de una yegua, el patrón estacional de la actividad reproductiva puede variar considerablemente de un año a otro. La estacionalidad reproductiva tiene como resultado que los potros se entreguen en la primavera, cuando las condiciones ambientales son favorables para la supervivencia del potro. El papel de la estacionalidad en varios aspectos del rendimiento reproductivo ayuda a ejemplificar este punto. Por ejemplo, el inicio del estro está bajo la influencia directa de la duración del día. A medida que aumenta la duración del día, la longitud del estro disminuye y la incidencia de la ovulación aumenta, lo que resulta en más concepciones por menos trabajo. Los períodos de calor más cortos y las tasas de ovulación más altas ocurren en junio, lo que produce potros de mayo. Además, hay factores poco conocidos que alientan a una yegua gestante a criar durante la temporada de reproducción fisiológica. Las yeguas con potros nacidos cerca del primer año tienden a tener una gestación más larga que las yeguas con potros nacidos al final de la temporada. Otro factor que favorece la reproducción de mayo y junio se produce en las yeguas que sufren "calor del potro" (primer estro después del parto) cerca del primer año porque tienden a ovular a un intervalo de parto más prolongado que las yeguas que ingresan al calor del potro al final del año. Todos estos fenómenos sugieren que está presente un mecanismo inherente que empuja la reproducción y la crianza hacia la temporada de reproducción fisiológica (de mayo a julio). (Samper, J.C. et,al. 2007.)



Figura 17. Método para molestar a las yeguas con el semental desenfrenado en una caja y la yegua sobre un cable llevado al semental.

3.3. Temporada de Crecimiento

Los caballos han sido descritos como ineficientes en comparación con otras especies domésticas. Esto, sin embargo, es una falacia y se deriva de los intentos de los humanos por rediseñar la temporada de reproducción del caballo para satisfacer sus propias necesidades. La temporada de cría operacional para caballos con un cumpleaños universal del 1 de enero a menudo se asigna de manera precaria como el período del 15 de febrero a la primera semana de julio. Esta temporada de reproducción modificada se superpone al período de receptividad anovulatoria, que se caracteriza por calores prolongados y ovulación retardada, lo que indica que las yeguas aún no han obtenido su potencial reproductivo óptimo. La ineficiencia reproductiva en los caballos se desarrolla cuando son criados fuera de la temporada de reproducción fisiológica. De lo contrario, la fertilidad intrínseca es bastante aceptable en el caballo. (Samper, J.C. et,al. 2007.)

Tabla 1. Criterios para evaluar el ciclo estral de la yegua

	Estro	Diestro
	Elevar la cola Agacharse Orinar Clítoris evertido	Cambiar la cola Patear, relinchar Intentar morder al semental Alejarse del semental
Examen de ovarios	Folículo grande (s) que puede ser suave. El folículo puede ser triangular con bordes. No hay CL en examen de ultrasonido	Presencia de CL en ultrasonido Folículos de diferentes tamaños, pueden ser grandes en el examen de ultrasonido si la yegua esta cerca de la ovulación
Largo y estrecho con textura firme.	Largo y estrecho con textura firme.	Largo y estrecho con textura firme.
Examen del cérvix	Acortamiento, ensanchamiento. Relajado con textura suave Rosa y caído en el piso vaginal cuando se visualiza a través del espéculo Lumen abierto 1-3 + dedos en examen digital por vagina	Largo y estrecho con textura firme. Pálido, seco y ubicado centralmente en la vagina.

3.4. Fotoperiodo en la reproducción equina.

El efecto del fotoperiodo sobre la actividad sexual está mediado principalmente por la melatonina, una de las hormonas sintetizadas por la glándula pineal. La síntesis y secreción de melatonina tiene lugar solo durante los periodos de oscuridad; por consiguiente, la producción de melatonina aumenta en los meses de otoño y disminuye en primavera. El control de la síntesis y secreción de melatonina depende de las vías nerviosas procedentes del núcleo supraquiasmático del hipotálamo que, a su vez, recibe información procedente de la retina. Los cambios en la producción de melatonina modifican el patrón de secreción de GnRH y en

consecuencia, la actividad gonadal y la conducta sexual. No obstante, el mecanismo de acción de la melatonina no se conoce con exactitud y resulta particularmente intrigante el hecho de que el aumento o la disminución en la producción de melatonina tenga efectos opuestos en diferentes especies. En efecto, las especies que muestran actividad sexual en otoño, el aumento en la duración de la señal nocturna de melatonina estimula la función gonadal; en las especies que muestran actividad sexual en primavera, la función gonadal se activa en respuesta a una disminución en la duración de dicha señal. (Ureña, 2012).

Las yeguas y los garañones tienen su periodo reproductivo durante la estación de días largos. Este ritmo reproductivo anual es controlado por la longitud de luz del día. Cuando los ovarios están normalmente inactivos, el tratamiento con luz artificial durante 14.5 horas por día, comenzando alrededor del solsticio del invierno, hace que ocurra la primera ovulación del año en forma anticipada. Existen ciertas etapas en el proceso mediante el cual las especies equinas perciben la luz. El mensaje luminoso es transformado en impulso nervioso por las células retinianas especializadas. La administración de melatonina exógena mediante implante subcutáneo o por vía oral suprime el efecto de fotoestimulación. Los estudios en el uso de melatonina implantadas en yeguas para obtener actividad reproductiva fuera de la estación de crianza se ocupan en la actualidad. La secreción de la hormona gonadotropina (GnRH) está regulada por los neuromediadores tales como la dopamina, noradrenalina, serotonina y opioides. El naloxano, antagonista opioide, induce la secreción de GnRH seguida por liberación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH), en yeguas durante el período de inactividad durante el invierno. La hormona de la tiroides también parece actuar en el ritmo anual de la secreción de GnRH. El porcentaje de ovulación de las yeguas aumenta significativamente conforme aumenta el fotoperiodo diario sobre las 12 horas del equinoccio primaveral (21 de marzo) y disminuye cuando la luz del día disminuye por debajo de las 12 horas del equinoccio otoñal (21 septiembre). Generalmente, el máximo número de ovulaciones naturales en yeguas son durante los períodos máximos de luz de los días de junio. En los animales domésticos

originarios de las zonas templadas también se observa una estacionalidad reproductiva que depende principalmente de las variaciones de la duración del día (fotoperiodo); éstas representan el factor del medio ambiente más recurrente de un año a otro. 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. Aunque todas las especies son sensibles a las variaciones del fotoperiodo, la intensidad de las respuestas a los cambios luminosos y sus consecuencias varían mucho de una especie a otra.

Dentro de las especies «de días cortos», cuya actividad sexual se sitúa durante los días decrecientes del año, los ovinos y los caprinos son los más sensibles al fotoperiodo, mientras que los porcinos manifiestan respuestas más ligeras a los cambios de la duración del día. Entre las especies «de días largos», como los bovinos y los equinos, estos últimos son más fotosensibles en cuanto a su reproducción (Ramírez, 2006).

4. Inducción de estro en Yeguas.

Solo el 55% de las yeguas servidas anualmente producen potrillos vivos. (Loy, 1970)

Datos recientes del *Jockey club* (2006) muestra que solo 37.025 de 64.123 (57.7%) de las yeguas SPC servidas durante 2005 produjeron un potrillo vivo. Estos porcentajes son considerablemente bajos si los comparamos con los porcentajes de nacimiento de 71 a 85% reportado en harás donde se realiza un manejo reproductivo extensivo. En general, el manejo reproductivo no ha evolucionado mucho en los últimos 30 años. El largo periodo estral, con ovulaciones en cualquier momento entre los días 1 a 10 de comenzado el estro, ha hecho que el manejo reproductivo de yeguas ciclando sea costoso en tiempo consumido y más importante aún, ineficiente. Además, la confusión asociada con la longitud y variabilidad de la etapa de transición entre la fase anovulatoria y la ciclicidad en yeguas aumenta la complejidad para realizar un manejo reproductivo eficiente. (Burns, 2012)

Es necesario desarrollar y capitalizar programas de servicios controlados para la industria del caballo basados en el entendimiento de los costos de un control hormonal efectivo de yeguas madres en reproducción y en padrillos. El éxito de esos programas será atribuido en mayor parte a los recientes avances en drogas biodegradables de liberación controlada que permite una única aplicación del producto reemplazado prolongado protocolos de tratamientos con aplicación diaria (Burns, 1999, Rathone et al., 2000). Estas formulaciones producen el trabajo y el stress de los animales y criados asociado con la manipulación ofrecen a los veterinarios una importante herramienta para mantener buenos porcentajes en harás con una amplia variedad de sistemas de manejo. En este trabajo nosotros discutiremos acerca de los tratamientos tradicionales y nuevos utilizados para el manejo reproductivo en los programas de servicios. (Burns, 2012)

Mientras las asociaciones de criadores continúen usando el 1 de enero (corresponde a 1 de julio en el hemisferio sur) como la fecha de nacimiento oficial para los potrillos nacidos en la misma temporada, habría incentivos económicos para servir yeguas tan temprano como sea posible. Por lo que serán de mucho valor los protocolos de tratamientos para la inducción de ovulación de yeguas anovulatorias o en transición. (Burns, 2012).

4.1. Tratamiento para manejar yeguas en fase anovulatoria estacional.

Mientras las asociaciones de criadores continúen usando el 1 de enero (corresponde a 1 de julio en el hemisferio sur) como la fecha de nacimiento oficial para los potrillos nacidos en la misma temporada, habría incentivos económicos para servir yeguas tan temprano como sea posible. Por lo que serán de mucho valor los protocolos de tratamientos para la inducción de ovulación de yeguas anovulatorias o en transición.

4.1.1. Progestágenos.

Van Nierkerk reportó en 1973, el tratamiento diario con 100 mg de progesterona por 7 días bloqueaba el estro durante el tratamiento seguido por un ciclo estral normal con ovulación. Estudios con el progestágeno sintético *altrenogest* (Webel and Squiere 1982) sugirieron que las mejores respuestas ocurren en yeguas en transición tratadas a la mitad después de marzo (hemisferio norte-septiembre en el H. sur) y en yeguas que tengan al menos folículos de tamaño moderado (>20 mm). (Taylor et al., 1982) reportaron un control satisfactorio de la ovulación en yeguas en transición tardía que fueron mantenidas bajo un fotoperiodo en aumento por 60 días con tratamiento diario de progesterona y estradiol. (Van Nierkerk, 1973)

Estas aplicaciones diarias de *altrenogest*, progesterona o progesterona y estradiol a yeguas consumen mucho tiempo y causan inconveniente. Recientemente, Burns et al., (1999) evaluó una nueva preparación de liberación controlada **P+** consistente en microesferas hechas de un excipiente polimérico biocompatible y biodegradable (**DL-lactide**) diseñado para liberar en una única inyección la dosis total de progesterona y estradiol en forma controlada durante 12 A 14 días. Esta formulación resulta en un preciso control de ovulaciones fértiles en yeguas en transición tardía con folículos menores de 30mm. Mas recientemente, se ha demostrado que tratamientos con una única dosis de 2mk (600 mg) usando **BioRelease P4 LA 300** ovularon dentro de las 2 semanas de empezado el tratamiento comparado con el 7% en las yeguas control (Burns et al 2007).

Aunque los tratamientos diarios o tratamientos de una única inyección con formulaciones de liberación controlada, no tienen buenos resultados en yeguas en fase transicional cuando presentan folículos menores a 20 o 25mm. Estos tratamientos son beneficiosos en yeguas que no responden a los protocolos de la luz con poca actividad folicular. (Burns et al 1999).

4.1.2. GnRH / Análogos de GnRH

La capacidad de la GnRH o sus análogos de estimular la liberación de LH ha llevado a utilizarla para inducir la ovulación en yeguas anovulatorias usando inyecciones frecuentes (Bailey and Douglas, 1977; Bergfelt and Ginther, 1992), infusiones pulsátiles (Johnson, 1987; Becher and Johnson 1992) infusiones continuas infusiones continuas (Hyland et al., 1987) o implantes de liberación lenta (Harrison et al 1990; Meyer et al 1990; Mumford et al 1994). Al igual que los progestágenos o progesterona más estradiol, los mejores resultados se obtienen de tratamientos que se realizan a medida que el momento del año avanza o cuando el diámetro de los folículos al iniciar el tratamiento es mayor. (Bailey et al. 1977-1994)

Tratamientos con GnRH en yeguas con folículos pequeños (< 15 mm) funcionan alrededor de un tercio de las veces y se asocian a altos porcentajes de pérdida temprana de la preñez (58%) debido a una inadecuada función luteal (Bergfelt and Ginther, 1992). Además, reportes recientes de supresión de crecimiento folicular en yeguas ciclando con implantes comerciales de deslorelina demuestran la complejidad de trabajo en esta área y la necesidad de realizar cuidadosas investigaciones en farmacodinamia de los productos desarrollados con GnRH y análogos de GnRH. (Bergfelt, 1992)

4.1.3. Extractos De Hipofisis (Epe)

Las estimulaciones de crecimiento folicular y ovulación pueden ser llevadas a cabo en yeguas pony anovulatorias mediante el uso de 3 semanas de extractos de pituitarias equina (Douglas et al., 1974). Coy et al. (1999) reportaron que la administración de extractos de hipófisis equina (25 mg proteína total, intramuscular, una vez al día) resulta un mayor porcentaje de yeguas transicionales (8 de 9,89.9%) ovulando en respuesta a la administración de EPE comparado en yeguas anovulatorias profundas (2 de 9,22.25%). El intervalo entre el inicio de tratamiento hasta la ovulación para yeguas en transición fue de 11.8- 5.0 días. Recientemente una preparación comercial, liofilizada, que contiene eFSH con actividad equivalente a 25 mg B-FSH-ReF-001 standard, fabricado por Bioniche Animal Health USA, Inc., Athens GA,30601 está disponible. Niswender et al. (2003) demostró que la administración dos veces al día de FSH equina comercial a yeguas transicionales resultó en 8 de 10 yeguas ovulando después de 5 días de tratamiento. El uso de tratamiento con eFSH ofrece a criadores una nueva, segura y efectiva medida para adelantar la primera ovulación del año en yeguas transicionales.

4.1.4. Antagonista De Dopamina

En los últimos años, tratamientos con antagonistas-D2 de la dopamina como la domperidona y el sulpiride han demostrado inducir la ciclicidad en yeguas anovulatorias en algunos estudios (Besognet et al., 1996,1997; Brendemuehl and cross, 2000) pero no en otros (McCue et al. 1999; Donaldson and Thompson, 2002). Como con los progestágenos o GnRH/análogos de GnRNH, parece ser que los tratamientos son más efectivos en yeguas en transición, yeguas ubicadas en zonas de invierno suaves (Brendemuehl abs Cross,2000), o yeguas que recibieron al menos 28 días de bioestimulación (Nagy et al 1999). Daels et al (2000) reportó que el tratamiento con sulpiride en yeguas mantenidas a box en zonas de clima frío es más efectivo que en yeguas mantenidas a la intemperie en la misma ubicación geográfica.

El mecanismo por el cual los antagonistas de dopamina estimulan la actividad folicular en la yegua no está muy claro aún. Debido a que la domperidona que no atraviesa la barrera hematoencefálica y el sulpiride que, si lo hace, tiene efectos similares, se discute acerca del sitio (central/hipotalámico) de acción para antagonista D2. Tratamientos con antagonista D2 no alteran la secreción aguda de LH y FSH (Nequin et al. 1993b; Aurich et al., 2000) y Brendemuehl and Cross(2000) no encontraron efectos en FSH después del tratamiento con domperidona, pero los niveles conjugados de LH y estrógenos aumentaron significativamente por 28 días post-tratamiento. observaciones acerca de que los antagonistas de dopamina estimulan la secreción de prolactina y que la aplicación de prolactina exógena en yeguas anovulatorias profundas (Nequin et al., 1993^a) y acelerar la ocurrencia de la primera ovulación en yeguas anovulatorias (Thompson et al., 1997) sugiere que los antagonistas de dopamina podrían actuar a través de la prolactina a nivel del ovario. Recientemente, Kelly et al., (2006) reporto el uso de domperidona y sulpiride para estimular la secreción de prolactina en yeguas ciclando y anovulatoria profundas sin estimulación por la luz artificial. Ambos antagonistas de dopamina pueden utilizarse en combinación con estrógenos para aumentar la secreción de prolactina. La combinación de benzoato de estradiol y sulpiride fue también efectiva para producir la ovulación de yeguas en anovulatorias sin estimulación con luz artificial. Yeguas recibiendo tratamientos con estradiol y sulpiride ovularon 45 días más temprano que en yeguas que recibiendo solo sulpiride (29 vs 73,6 días). La combinación de un tratamiento previo de estradiol seguido por antagonista de dopamina D2 tiene un gran potencial como tratamiento de yeguas anovulatorias profundas.

4.2. Tratamiento Para El Manejo Reproductivo De Yeguas Ovulatorias

4.2.1. Progestágenos

El control del ciclo estral ha sido logrado mediante la prolongación de la fase luteal con progesterona exógena. Progestágenos, tanto inyectables como de uso oral, han sido utilizados para regular el estro en yeguas en transición (Webel and Squires, 1982), postparto (Loy et al., 1975) y ciclando (Holtan et al., 1977; Squires et al., 1979; Squires et al., 1992).

Recientemente, nuevas formulaciones compuestas por progestágenos de liberación controlada han estado disponible por prescripción para veterinarios. La formulación **BioRelease P4 LA 150** BET Pharm, Lexington, Ky. (www.Betpharm.com) ha demostrado mantener los niveles plasmáticos por sobre 2 ng/ml por aproximadamente 10 días (Bringel et al., (2003) también demostraron que la formulación es capaz de mantener preñeces entre los días 18 y 45 con aplicaciones cada 7 días a yeguas preñadas inyectadas con cloprostenol para remover cualquier función luteal endógena.

Todas las formulaciones inyectables de altrenogest fueron activadas en prolongar el intervalo onterovulatorio y retrasar el estro. La formulación de altrenogest *MP500* tuvo el mayor efecto inhibitorio. Esta formulación puede ser beneficiosa para el equino deportivo en inhibir el comportamiento de estro por un periodo de 30 días y podría ser administrada repetidas veces tanto como sea necesario para mantener la disminución de la actividad reproductiva o el comportamiento de fase anovulatoria. El altrenogest LA 150/1.5 ml fue también muy efectivo y podría ser valioso cuando se desea la supresión por periodos más cortos de tiempo (12 a 14 días), como en yeguas transicionales para establecer la ciclicidad normal o en programas de sincronización de estro y ovulación donde el grado de estro y ovulación se compara favorablemente con el tratamiento diario de altrenogest (Squires et. Al., 1992); o tratamientos con progesterona + estradiol (Burns et. Al., 1993). Por último, los resultados confirman las observaciones de McKinnon et. Al., 2000 que el tratamiento con acetato de medroxiprogesterona no es efectivo para la supresión del estro o la ovulación en yeguas.

Los resultados de un estudio preliminar reciente también sugieren que el tratamiento semanal con altrenogest BioRelease (225 a 450 mg) son biocompatibles y efectivos en mantener la preñez en yeguas tratadas con prostaglandinas por un periodo de al menos 9 días con diferencias no significativas entre las dosis estudiadas (Morrow and Burns 2007). De todas maneras, basadas en nuestra extensa experiencia clínica con BioRelease La 150. Desde que las yeguas receptoras de embriones no cíclicas tratadas con progestinas fueron utilizadas en los grandes programas comerciales, las nuevas formulaciones de liberación semanal controlada son ventajosas en los mencionados programas debido a disminuir el trabajo de los productores y el stress asociado al manejo de los animales. Además, estas formulaciones ofrecen a los veterinarios una importante seguridad en el mantenimiento efectivo de los porcentajes en haras donde existen diversos sistemas de manejo

4.2.2. GnRH /Análogos de GnRH

La inducción o adelanto de la ovulación en yeguas ha sido el mayor logro de los investigadores en reproducción equina por muchos años. El descubrimiento de que la gonadotropina coriónica humana administrada a yeguas pueda acortar el estro y acelerar la ovulación (Loy and Hughes, 1966; Sullivan et al., 1973; Voss et al., 1975) llevo a su uso generalizado, aunque el uso repetido está asociado a una disminución en la respuesta y a la formación de anti cuerpos (Roser et al., 1979; Wilson et al., 1990). La capacidad de la GnRH (Ginther and Wentworth, 1974) o sus análogos (Squires et al., 1983; Harrison et al., 1991) para estimular la liberación de LH llevo a investigar su uso para la inducción de la ovulación, ya que su tamaño pequeño las hace menos antigénicas. De todas maneras, una única inyección de GnRH o de sus análogos produjeron resultados inconsistentes (Irvine et al., 1975; Wallace et al., 1977; Ginther, 1992), e inyecciones cada 12 horas, aunque efectivas (Harrison et al., 1991), son generalmente consideradas impracticables.

Recientemente la *desdolerina* un potente análogo de GnRH liberado vía Ovuplant un implante de liberación corta (Jochle and Trigg, 1994) o vía SABER Mate E que utiliza el sistema de liberación SABER (Burns et al., 1997; Fleury et al., 1999) ha

demostrado un avance consistente en la ovulación dentro de las 48 horas en yeguas en estro teniendo folículos de 30 o 40 mm de diámetro. De todas maneras, en sus primeros dos años de uso comercial, reportes anecdóticos sugieren que yeguas con ovulación inducida con Ovuplant puede experimentar un retraso en el retorno al estro y una prolongación del intervalo interovulatorio. El retraso del retorno al estro y la prolongación en el intervalo interovulatorio también ha sido reportado luego de la regresión luteal inducida por PGF2A, comúnmente utilizada en programas de transferencia de embriones cuando el Ovuplant fue utilizado (Johnson et. Al., 2000).

En un estudio de campo no controlado, Morehead y Blanchard (2000) reportaron que la medida de los intervalos interovulatorios fueron más largos para las yeguas tratadas con Ovuplant que para las no tratadas o las tratadas con Hcg ($P < 0.01$). el ochenta por ciento (80%) de las yeguas tratadas con Ovuplant tuvieron intervalos interovulatorios de 18 a 25 días, y el 19% tuvo intervalos ovulatorios mayores a 25 días. Noventa y siete por ciento (97%) de las no tratadas o con tratamiento con hCG tuvieron intervalos interovulatorios de 18 a 25 días y ninguno tuvo intervalos interovulatorios mayores a 25 días. Mas yeguas tratadas con Ovuplant tuvieron intervalos interovulatorios extendidos (> 25 días) que las yeguas tratadas con Hcg o las no tratadas ($P < 0.05$). se concluyó que en este grupo de yeguas SPC del centro de kentocky, aparecieron factores como momento de la temporada (mes) y manejo (haras) que tuvieron solamente efectos menores de la incidencia de la extensión de los intervalos interovulatorios luego del uso del Ovuplant.

En contraste, estudios (burns et al., 1997, 1999^a, 2000; fleury et al., 1999) con SABER Mate E revelaron no prolongar los intervalos interovulatorios, incluso a dosis 3,5 y hasta 10 veces más altas. La razón para la diferencia en la respuesta de las yeguas tratadas con Ovuplant o SABER Mate E puede estar relacionado al porcentaje de liberación en los dos productos. La formulación de SABER libero como mucho dos veces más deslorelina en las primeras 24 horas comparado con Ovuplant (burns et al., 1997). Por otra parte los niveles sanguíneos de deslorelina en yeguas a las que se administro la formulación de SABER retornaron a los niveles basales 24 horas posteriores al tratamiento, mientras los niveles sanguíneos de deslorelina en las

yeguas implantadas con Ovuplant permanecen elevados comparados con el grupo de salina a las 24 y 36 horas ($P<.5$) (Burns et al., 2000). Esto sugiere que la liberación continua de deslorelina pasada las 24 horas podrían aumentar el intervalo interovulatorio y llevar a la hiposecreción de LH y FSH como observo Johnson

Et al., (2000). En apoyo a este concepto, Farquhar et al(2001) observo que si los implantes de Ovuplant eran removidos en 48 horas después de ser implantados el aumento del intervalo interovulatorio en yeguas de ciclo corto con PGF2a podría ser prevenido.

En los últimos años una nueva formulación de deslorelina conteniendo 1.5 mg/ml se encuentra disponible por prescripción para veterinario. La formulación deslorelina Bio Release (BET Pharma, Lexington, Ky. [www. Betpharm.com](http://www.Betpharm.com)) ha sido reportada como un efectivo inductor de ovulación en yeguas que se encuentra ciclando con folículos >35 mm. Burns, (200) recientemente reviso estudios previos realizados para comparar la efectividad del nuevo sistema de liberación de droga (BioRelease) para administración de análogos de GnRH y los efectos de la dosis en el intervalo para ovular y fertilidad en yeguas, un total de 1004 yeguas ovulatorias de 4 estudios controlados y 2 estudios a campo fueron utilizadas. Una de cuatro dosis (0.5,1.0,1.5 o 2.5 mg) de deslorelina fueron aplicadas como una solo inyección intramuscular.

Los controles fueron inyectados con solución salina hCG Ovuplant or EPE (extracto pituitario equino, INRA). Todas las aplicaciones fueron realizadas durante el estro cuando los folículos alcanzaron un diámetro de 30 a 40 mm determinado por ecografía. El porcentaje de yeguas ovulando dentro de las 48 horas de la aplicación fue comparado entre los grupos de algunos estudios. Solo el 7% de las yeguas control (salina) ovularon dentro de las 48 horas y en un rango de 80 a 104 horas. En comparación 88,7% de las yeguas del grupo con tratamiento ovularon dentro de las 48 horas.

No se observaron diferencias relacionadas con la dosis en los tres experimentos. En un estudio la dosis de 1.0 mg fue tan efectiva como la dosis de 2.0 mg, 0.75 mg fue similar a 1,5 mg en otro y 0,5 fue tan efectivo como 1,0 en otro. En ese estudio, yeguas servidas con folículos de 30 a 35 mm ovularon 5 horas más tarde que yeguas

con folículo >35 mm. Yeguas no examinadas estadísticamente tratadas en un gran estudio clínico de campo parecen no responder tan bien como las yeguas en los estudios controlados, con un 78% de respuesta ovulatoria dentro de las 48 horas comparado con 92 a 99% en otros estudios. Este estudio incluyó todas las yeguas servidas dentro de la temporada reproductiva y probablemente incluye algunas yeguas en transición. Una baja respuesta con hCG (80%) fue también observada en ese estudio. Nuestra experiencia clínica de los últimos 4 años sugiere una baja eficiencia cuando tratamos yeguas en transición previo al establecimiento de ciclos normales para todas las drogas inductoras de la ovulación. Recientemente, Mckindon (2006) sugirió que mayores porcentajes de ovulación fueron observados usando 1,5 ml temprano en el año (2,25 mg deslorelina BioRelease) que con la dosis estándar de 1 ml. Esta observación requiere estudios adicionales.

En los estudios que examinaron fertilidad las formulaciones de deslorelina BioRelease parecen consistentemente obtener mayor fertilidad (13%; comparado con hCG en estudios de campo) y 15 a 30 % de mayor recuperación embrionaria en el otro estudio.

Estos resultados demuestran que la deslorelina BioRelease puede ser usada para promover la ovulación en yeguas en estro. No se reportaron reacciones adversas en ninguna de los seis estudios.

4.2.3. Estrógenos

Muchos estudios indican que la susceptibilidad del útero equino a la endometritis es influenciada por los esteroides ováricos. Yeguas bajo la influencia de los estrógenos son más capaces de eliminar la infección uterinas que las yeguas bajo la influencia de la progesterona (Ganjam, et.al, 1982; Evans et al., 1986, 1987). Además, tratamientos con aplicaciones diarias de 15mg de benzoato de estradiol, iniciado temprano en el estro y continuado hasta el día 6 post ovulación parece asistir en la eliminación de las endometritis bacterianas de yeguas sub-fértiles con historia de susceptibilidad para repetir infecciones uterinas (Bracher et. Al., 1991). Esto sugiere que los tratamientos con estrógenos pueden aumentar las oportunidades de concebir en yeguas susceptibles a la endometritis. Tratamientos de yeguas con estradiol (5 a 10 mg/día) durante el estro

resulta en aumento del tono uterino post ovulación, especialmente con yeguas de tractos reproductivos agrandados y pendulares (Burns,1993). Cooket. al., (1991) reportó que el tratamiento con micro esferas de estradiol con dosis tan altas como 100 mg no tuvo efectos en la fertilidad en yeguas durante el tratamiento (75% vs 75 % en controles tratadas con vehículos). Kelly et al., (2006) reportó que 10 mg de benzoato de estradiol aplicado día por medio fue capaz de estimular prolactina y LH en yeguas anovulatorias y yeguas que se encuentran ciclando cuando se combina con sulpiride o domperidona. Esta dosis puede tener significancia clínica en que no ha habido supresión del crecimiento folicular o de otros puntos del ciclo como fueron observados con dosis de estrógenos mas altas (Burns and Douglas,1981).

Douglas (2004) reportó porcentajes de nacimientos mayores en yeguas tratadas con estrógenos + antibióticos con presunta placentitis comparado con yeguas similares que recibieron solamente antibióticos.

Los estrógenos totales fueron mayores y las progestinas menores ($P < 0.05$) en controles que parieron potrillos vivos comparado con yeguas sospechosas de tener placentitis (medias dentro de una columna con diferente superíndice difieren significativamente). Como se esperaba, las yeguas en los dos grupos de placentitis tuvieron mayor concentración de progestinas y menor de estrógenos que los controles. Las yeguas que recibieron terapia de estrógenos tuvieron mayores porcentajes de potrillos nacidos vivos que yeguas que no recibieron terapia con estrógenos. Ambos grupos de placentitis tuvieron menor porcentaje de potrillos vivos que los controles.

También fue reportado que yeguas con un nivel de estrógenos de 300 pg/ml o menos tuvieron menos de un 15% de potrillos nacidos vivos sin tener en cuenta que terapia fuera iniciada. Se noto que en muestras de suero generales no siempre se refleja una elevación significativa de los estrógenos en yeguas tratadas con 10 a 20 mg de estrógenos IM, sugiriendo que dosis exógenas de estrógenos mayores podrían estar indicadas.

Pinto y Burns (2004) compararon varios estrógenos en términos de concentración séricas de estradiol luego de una dosis IM de 50 mg de cipionato de estradiol

BioRelease (CEP) vs. Dos formulaciones diferentes de E2-17 con un vehículo de larga acción (www.BetPharm.com).

Los resultados ilustran que las concentraciones séricas de E2-17 fueron diez veces mas alto en yeguas tratadas con BioRelease E2-17 comparado con el tratamiento con cipionato de estradiol BioRelease. Además, las concentraciones fueron elevadas por encima de 50 pg/ml tanto para uno o dos días dependiendo de la formulación usada. Para la formulación de estradiol BioRelease, la dosis entre 20 a 100 mg/día (basado en los niveles de estradiol) en conjunto con una antibioticoterapia adecuada, parece ser clínicamente efectiva en yeguas con placentitas.

4.2.4. Extractos Pituitarios / eFSH

La falta de una fuente comercial disponible de extracto de hipófisis equina o la FSH equina purificada fue el factor más predominante en los elevados costos de los programas de transferencia equina. Debido a que la recuperación de embriones por ciclo de una yegua donante es de aproximadamente 50, y la preñez por embrión transferido es aproximadamente 50 a 70%, puede obtener de 25 a 35% de una preñez de dicha donante en un ciclo. Sin embargo, si se pudiera inducir la ovulación múltiple, que resultarían 2 o 3 embriones colectados por ciclo, entonces la eficiencia de la transferencia equina seria mucho mayor.

Como se mencionó anteriormente, una preparación comercial liofilizada reactiva que contiene FSH equina con actividad equivalente a 25 mg B-SFH-ReF-001 STANDARD, elaborada por Bioniche Animal Health USA, Inc., Athens, GA 30601 se encuentra disponible en la evaluación preliminar de un estudio, Alvarenga y Squires (2003) reportaron una recuperación embrionaria de 50% de aquellas yeguas que no fueron tratadas en su ciclo. Sin embargo, después del tratamiento con FSH equina a las mismas yeguas, 12 de 16 yeguas (75%) produjeron un embrión. El promedio de embriones fue 1.9, casi cuatro veces mayor que la recuperación de embriones. La recuperación embrionaria fue de 50% por ovulación. En un segundo experimento (Niswender et al., 2003^a) las yeguas fueron tratadas con FSH equina (12.5 mg) más hCG u Ovuplant. Las yeguas tratadas con eFSH y hCG tuvieron 3.4 ovulaciones y 1.8 preñeces por yegua,

versus 1.8 ovulaciones y 0.8 preñeces en aquellas tratadas con eFSH Y Ovuplant. Las yeguas control mostraron 1.1 ovulaciones y 0.6 preñeces por yegua. Se observó un número mayor y significativo de preñeces por yegua cuando se utilizó hCG para inducir la ovulación en combinación con eFSH. En resumen, la preparación comercial de eFSH de Bioniche Inc parece funcionar bien utilizando 12 mg dos veces por día sumando a hCG para inducir múltiples ovulaciones.

4.2.5. Prostaglandinas

El estró puede ser controlado acortando la fase luteal con aplicaciones simples o múltiples de prostaglandinas F2A (Douglas and Ginther, 1972, 1974; Squires et al 1981). Probablemente la prostaglandina es la droga más usada para el control del ciclo de la yegua. Sin embargo, debido a la sensibilidad de otros tejidos a PGF2A, los tratamientos con prostaglandina son asociados frecuentemente a efectos secundarios como sudoración, diarrea, espasmos musculares pélvicos y aumento de la frecuencia cardíaca. Estos efectos secundarios causan una preocupación en los clientes por la seguridad y comodidad de sus yeguas a pesar de que no sean tan frecuentes. En un intento por reducir los efectos secundarios Irving et al., (2000) demostró que una dosis efectiva de Lutalyse (Farmacia Upjohn, Kalamazoo, MI) podría reducirlo 10 veces, si son dadas como aplicaciones cada 24 horas. Los dos tratamientos resultaron en una luteólisis en 10 sobre 10 yeguas y se redujeron los efectos secundarios, frecuencia cardíaca ($P < 0.0001$); sudoración ($P = 0.0014$) y espasmos musculares pélvicos ($P = 0.0002$). Los autores concluyen que imitando los patrones de liberación de PGF2a endógeno con repetidos aumentos a intervalos de 24 horas, la efectividad de la baja dosis de 0,5 mg fue mejorada y los efectos secundarios fueron reducidos significativamente.

Alvarenga et al., (1998) examinó la efectividad luteolítica usando bajas o micro dosis de PGF2A (BAI HUI) en puntos de acupuntura. Este punto es localizado en el espacio lumbosacro es frecuentemente usado para tratar disturbios ováricos en acupuntura veterinaria.

El resultado indicó que Lutalyse, (Farmacia Upjohn, Kalamazoo, MI) administrado en baja o micro dosis de 0,5 mg (un décimo de la dosis convencional recomendada) en

el punto de acupuntura BAI HUI, tenía la misma efectividad induciendo la luteólisis en la fase media luteal que con la dosis convencional de 5 mg IM. Aunque no es un análisis crítico, la micro dosis de PGF_{2A}, administrada en el punto de acupuntura de BAI HUI, también parece reducir los efectos secundarios debido al tratamiento.

Recientemente una nueva formulación de prostaglandinas que contienen fluprotenol (50 ug/ml) está disponible para los veterinarios por prescripción. La impresión clínica sobre la efectividad del producto parece ser similar al lutalyse en más de 600 yeguas tratadas en Texas y no se observaron efectos negativos en yeguas tratadas.

4.2.6. Equimune (MCWE)

La reacción inflamatoria al esperma y detritus celular luego del servicio natural o inseminación, es considerada una reacción normal en el endometrio de la yegua. Las yeguas normales son capaces de eliminar dicha inflamación en 48 horas, quedar preñadas y llevar a término una preñez; otras yeguas (susceptibles) frecuentemente fallan en resolver este proceso y por lo tanto fallan en quedar preñadas. Esta condición parece ser crónica en yeguas susceptibles. LeBLANC et al. (1995) noto que el exudado de la vagina de estas yeguas no siempre contenía bacterias. Esta condición se explica como una falta de drenaje linfático, debido a contracciones defectuosas del miometrio. Recientemente, fumuso et al. (2000) examinó el efecto de 1500 mcg de extracto de pared celular (cell Wall extract) de mycobacterium administrado vía endovenosa (EquimuneR I.V BIONICHE Animal Health) en aquellas yeguas normales y susceptibles que presentaron inflamación post servicio. Los resultados indicaron que la administración de Equimune redujo significativamente la inflamación post inseminación tanto en yeguas control y como susceptibles, y el tratamiento con Equimune también redujo dramáticamente la inflamación persistente durante el diestro en yeguas susceptibles.

4.2.7. Hormonas Tiroideas- Tiroxina (T4)

Es difícil estimar una cifra exacta de la incidencia del hipotiroidismo equino pero ha sido reportado como alto, especialmente en caballos jóvenes y yeguas de cría (Irvine and Evans 1975, Chen and Riley 1981). Low et al., (1974) no observó problemas reproductivos en yeguas tiroidectomizadas. Sin embargo, muchos veterinarios continúan reportando mejoría clínica en la fertilidad después de la suplementación con la hormona tiroidea. Nachreiner y Hyland (1993) defiende el uso basal de T3 Y T4 total como el diagnóstico presuntivo más económico y práctico y sugieren 5 a 19 mg L-tiroxina cada 500 kg peso vivo por día como una buena dosis inicial si se comienza con la administración de tiroxina. Debido a que muchos medicamentos y enfermedades no relacionados con la tiroides pueden bajar los niveles de hormonas tiroideas, se debe tener cuidado en descartar un falso diagnóstico de hipotiroidismo. Las drogas que afectan los niveles de hormona tiroidea incluyen a fenilbutazona y corticoides, prácticas de manejo como el confinamiento, traslado y cambios repentinos en la rutina diaria también pueden suprimir los niveles de t4.

Además, factores dietarios como carbohidratos en exceso y festuca infestada con endófitos o pasturas que contienen bociógenos como los tiocianatos y percloratos, pueden causar problemas. Dietas altas o bajas en yodo pueden alterar los niveles tiroideos y la deficiencia de selenio altera la conversión de T4 Y T3. Por último, condiciones crónicas como Cushing, Laminitis y úlceras gástricas pueden llevar a disminuir los niveles de T4.

Recientemente, se ha investigado la posibilidad de usar micropartículas biodegradables de glicolido-láctida para liberar tiroxina por un periodo de treinta días. Resultados preliminares sugieren que es posible la formulación de liberación controlada de T4 en 30 días.

5. CONCLUSIÓN

Actualmente los protocolos de inducción de estros en yeguas, están bien definidos tanto en los medicamentos como su aplicación, es importante que el MVZ conozca todos los temas tratados en este documento ya que para poder hacer uso correcto de los medicamentos que se tienen al alcance es indispensable primero conocer la fisiología y anatomía de las especies con las que se está trabajando ya que el médico responsable de la reproducción de los animales no obtendrá resultados óptimos si utiliza medicamentos al azar, se debe tener el conocimiento certero de qué se va a utilizar y en qué momento se debe aplicar, esto es únicamente en base al conocimiento del ciclo estral de las hembras y conducta de los animales.

La correcta inducción del estro en yeguas depende en su totalidad del manejo reproductivo de las mismas, siempre es indispensable tener un inventario de los animales para poder proceder a aplicar cualquier medicamento y más aun cuando se trata de la reproducción de los animales, todo ello, facilita la labor del médico y minimiza pérdidas económicas a los propietarios de los animales, los cuales, están interesados en un correcto manejo de los mismos para obtener un beneficio.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarenga MA, Ferrerira JPC, Meira C, Luna SPL, & Burns PJ. 1998. Induction of luteolysis in mares utilizing a micro-dose of prostaglandin F2 in the sacral lumbar space. *J. Eq. Vet. Sci.* 18: 3, 167-171
- Alvarenga MA, Squires EL. 2003. Induction of superovulation in mares with eFSH [www.equinefsh.info]
- Aurich C, Parvizi N, Brunklaus D, Hoppen H, Aurich JE. 2000. Opioidergic and dopaminergic effects on LH & prolactin release in pony mares at different times of the year. *J. Reprod. Fert., Suppl.*, 14, in press.
- Bailey VE. And Douglas RH. 1978. Induction of ovulation in seasonally-anovulatory mares with GnRH Ann Meeting of Amer. Soc. Anim. Sci. Madison WI Abstract 336.
- Becker SE, and Johnson AL. 1992. Effects on gonadotropin-releasing hormone infused in a pulsatile or continuous fashion on serum gonadotropin concentrations and ovulation in the mare. *J. Anim. Sci.* 70:1203.
- Bergfelt DR and Ginther OJ. 1992. Embryo loss following GnRH-induced ovulation in anovulatory mares. *Therio.* 38:33-43.
- Bergfelt DR, Ginther OJ. 1992. Dopaminergic regulation of gonadotrophin secretion in seasonal anestrous mares *J. Reprod. Fert.* 108: 55-61
- Besognet B, Hansen B, Daels PF. 1996. Dopaminergic regulation of gonadotrophin secretion in seasonal anestrous mares *J. Reprod. Fert.* 108, 55-61.
- Besognet B, Hansen B, Daels PF. 1997. Induction of reproductive function in anestrous mares using a dopamine antagonist. *Theriogenology* 47, 467-480. *Biol Reprod* 14:412-415.
- Blanchard TL, Varner DD, Burns PJ, Everett KA, Brinsko SP, Boehnke. 1992. Regulation of estrus and ovulation in cyclic mares with progesterone or progesterone plus estradiol biodegradable microspheres with or without PGF2. *Theriogenology* 38: 1091-1106.
- Blanchard, LT. et al. 2003. Manual of equine reproduction. Ed. Mosby. Philadelphia. 2a ed: 1-30, 43-57.

Boeta M, Díaz DM, Hayen VS. 2009. Manual de la práctica de profundización en reproducción equina. UNAM. México: 4-19

Bracher V, Mathias S, Sheldrick. 1991. Estrogens and progesterone receptor concentrations in the endometrium of normal and subfertile mares. J. Reprod. Fert Abstract Series No7 Abstract 73, p.42.

Brendemuehl JP, Cross DL. 2000. Influence of the dopamine antagonist domperidone on the vernal transition in seasonall anoestrous mares. J. Reprod. Fertil. Suppl in press.

Bringel BA, Jacob JCF, Zimmerman M, Alverenga M, Douglas RH. 2003. Biorelease progesterone LA 150 and its applicarion to overcome effects of premature luteolysis on progesterone levels in mares. Brasil J. Anim Reprod. 27: 3, 498-500

Brinsko ED. Steven P, Terry L, Dickson DV, Schumacher J, Charles C, Love KH, Hartman D. 2011. Manual of Equine Reproduction_3ra ed: 37, 85, 95.

Burns P.J. 1999. Enhanced Reproductive Management of Domesticated Livestock using Biodegradable Controlled Release Drug Delivery Formulations. Proceed. Intern Symp. Control. Rel. Bioact. Mater. Boston MA 26:64-65

Burns PJ, Ball BA, Tice TR, Mason DW, Love DF. 1990. A preliminary report on the efficiency of biodegradable microspheres for the controlled release of progesterone and estradiol for synchronization ovulation in mares. Theriogenology 33:202

Burns PJ, Foss R, Sarver F, Woods JA, Sissener TR, Heitland AV. Wilhelm K, Farlin ME. 1999. Control of estrus and ovulation in mares using progesterone & estradiol microspheres in a multicenter trial. Proc. 16th Equine Nutri. Physio. Symp, Raleigh, NC 16: 194-199

Burns PJ, Steiner JV, Sertich M, Pozar TR, Tice D, Mason and Love DF. 1993 Evaluation of biodegradable microspheres fo the controlled release of progesterone and estradiol in an ovulation control program for ccling mares. J. Eq. Vet. Sci 13:521-524.

Burns PJ, Thompson DL., Storer W.A, Gilley BS, Morrow C, Abraham BS, Douglas RH. 2012. Nuevos tratamientos farmacológicos para el manejo de la reproducción equina. Tercer congreso Argentino de reproducción equina. Argentina: 131-144

Burns PJ. 2007. Evaluation of a BioRelease Delivery System for the Controlled Release of Deslorelin for Advancing Ovulation in the Mare: A Six Study Review Manuscript in preparation.

Chen CL, Riley AM. 1981. Serum thyroxine and triiodothyronine concentrations in neonatal foals and mature horses. J Vet Res 42: 1415-1417.

Coy RE, McCue PM, Bruemmer JE, Squires EL. 1999. Follicular response of mares in deep or transitional anestrus to equine pituitary extract. Proc. 16th Equine Nutrition Physiol. Symp 65-68.

Cunningham JG, Klein BG. 2009. Fisiología Veterinaria. 4^a ed. Editorial: ELSEVIER SAUNDERS: 467-472.

Daels PF, Fatone S, Hansen BS, Concannon PW. 2000. Dopamine antagonist-induced reproductive function in anoestrous mares: gonadotropin secretion and effect of environmental cues. J Reprod Fertil Supp in press.

Donaldson MT, LaMonte BH, Morresey P, Smith P, Beech J. 2002. Treatment with pergolide or cyproheptadine of pituitary pars intermedia dysfunction (Equine Cushing's Disease) J Vet intern Med 16: 742.

Douglas RH, Ginther OJ. 1972. Effect of PGF₂ on length of diestrus in mares. Prostaglandins 2: 265

Douglas RH, Nuti L, Ginther OJ. 1974. Induction of multiple ovulations with equine pituitary fractions. Therio 2:133-142

Douglas RH. 1999. Circadian rhythmicity and equine Cushing's-like disease. J. Equine Vet Sci 19,684

Douglas RH. 2014. Invited Paper Society for Theriogenology, 2004 Proceedings Lexington, Ky.

Douglas, RH, Burns PJ. 2006. Kentucky Field Trial Study Summary; Clinical effectiveness of Biorelease Deslorelin and hCG on a Central Kentucky thoroughbred farm. Unpublished Data.

England CW. 2005. Fertility and Obstetrics in the Horse. 3^a ed: 1-8, 20-28, 43-50, 99-101

Evans MJ, Hamer JM, Ganson LM, Graham CS, Asbury AC, Irvine CHC. 1986. Clearance of bacteria and non-antigenic markers following intra-uterine inoculation into maiden mares: effect of steroid hormone environment. *Therio*. 26:37-50

Evans MJ, Hamer JM, Ganson LM, Graham CS, Asbury AC, Irvine CHC. 1987. Factors effecting uterine clearance of inoculated materials in mares. *J Reprod. Fert. Suppl.* 35:327-334.

Evans MJ, Loy RG, Taylor TB, Barrows SP. 1982. Effects of exogenous steroid on serum FSH and LH and follicular development in cyclic mares. *Reprod. Fert. Suppl.* 32: 205-212.

Farquhar VJ, McCue PM, Carnevale EM, Squires EL. 2001. Interovulatory intervals of embryo donor mares administered deslorelina acetate to induce ovulation. *Theriogenology*: 55 IETS Abstracts.

Fleury JJ, Squires EL, Betschart R, Gibson J, Sullivan S, Tipton A, Burns PJ. 1999. Evaluation of the SABER TM Delivery System for the controlled release of deslorelina acetate for advancing ovulation in the mare: effects of formulation and dose. *Proc. 16th. Equine Nutr. Physio. Symp.* Raleigh, NC 16:343-348.

Fumuso EA, Gonaes C, Videla I, Inchausti E, Tallaric M, Verestin V, Wade J, Aguilar J, Losinno L, Soto P, Bowden RA. 2000. Effect of an Immunomodulator in mares resistant and susceptible to endometritis *Proc 2nd Inter Confer on Expert & Clin Reprod Immunology Amsterdam, The Netherlands* 15-18th

Galina C, Valencia, J. 2008. *Reproducción de animales domésticos*. 3^a ed. Ed. Limusa. México: 34-42, 85-110

Ganjam VK, McLeod C, Kiesius PH, Washburn SM, Brown B, Fazeli MH. 1982. Effect of ovarian hormones on phagocytic response of ovariectomized mares. *J. Reprod. Fert. Supp.* 32: 169-174.

Ginther OJ. 1992. *Reproductive Biology of the mare: Basic and applied aspects* 2nd. Edition, Equiservices, Cross plain, Wisconsin. p 281.

Harrison LA, Squires EL, Nett TM, and McKinnon AO. 1990. Use of gonadotropin-releasing hormone for hastening ovulation in transitional mares. *J. Anim. Sci.* 68:690.

Holtan DW, Douglas RH, Ginther OJ. 1977. Estrus, ovulation and conception following synchronization with progesterone PGF₂ and human chorionic gonadotropin in pony mares. *J. Anim. Sci.* 44: 431-437.

Hyland JH, Wright IJ, Clarke RS, Carson DA, Langsford and Jeffcott LB. 1987. Infusion of gonadotrophin-releasing hormone GnRH induces oclulation and fetile oestrus in mares during seasonal anestrus. *J. Reprod. Fert* 35:211

Jochle W, Trigg TE. 1994. Control of ovulation in the mare with ovuplantTM a short-term releasing implant (STI) containing the GnRH analogue deslorelina acetate. *J. Equine Vet. Sci* 14:632-644.

Johndon CA, Thompson Jr DL, Kulinski KM, Guitreau AM. 2000. Prolonged interovulatory interval and hormonal changes in mares following the use of Ovuplant TM to hasten ovulation. *J. Equine Vet Sci.* 20(5):331-336.

Johnson AL. 1987. GnRH treatment induces follicular growth and ovulation in seasonally anestrus mares. *Biol of Reprod* 36: 1199.

Loy RG and Hughes JP. 1966. The effects of human chorionic gonadotropin on length of estrus and fertility in the mare. *Cornell Vet.* 56:41-50.

Loy RG, Hughes JP, Richards PC and Swan SM. 1975. Effects of progesterone on reproductive function in mares after parturition. *J. Reprod. Fert. Supp.* 23:291-295.

Loy RG. 1970 Management and other factos affecting breeding efficiency in mares. *Proc. 3rd Tecnh. Conf. Artif. Insem. Reprod.*, Chicago Illinois.

McCue PM, Buchanan B, Farquhar V, Squires EL, Cross DL. 1999. Efficacy of domperidone on induction of ovulation in anestrus and transitional mares. *AAEP PRoveedings* 45:217-218.

McKinnon AO, Lescun TB, Waljer JH, Vasey JR, Allen WR. 2000. The inability of some syntetic progestogens to maintain pregnancy in the mare. *Equine Vet J.* 32:83.

Meyer SL, Affleck KJ and Fitzgerald BP. 1990. Induction of oovulation in anestrus mares by a continuous-release depot of gonadotropin-releasing hormone agonist. *Proc. Amer. Assoc. Equine Prac* p 47

Morehead JA and Blanchard TL. 2000. Clinical experience with deslorelina (OVUPLANT TM) in a Kentucky thoroughbred broodmare practice. *JEVS* 20:358.

Morrow CM and Burns PJ. 2007. Evaluation of BioRelease Altrenogest LA 150 For Maintenance of Pregnancy in mares. Abstract (Submitted)CICADA.

Mumford EL. Squires EL. Peterson KD. Nett TM and Jasko DJ. 1994. Effect of various doses of a gonadotropin-releasing hormone analogue on induction of ovulation in anestrus mares. J. Anim. Sci. 72:178.

Nachriener RF, Hyland JH. 1993. Reproductive endocrine function testing in mares. In Equine Reproduction. Eds McKinnon and Voss, Philadelphia pp.303-310.

Naggy P, Bruneau B, Duchamp G, Daels PF, Guillaume D. 1999. Dopaminergic control of seasonal reproduction in mares. In: Proceed 3rd Meeting of the Europ Soc. For Dom. Anim. Reprod. 11.

Nequin LG, King SS, Ferreira Diaz GM, Gow GM, Johnson AL. 1993b. Prolactin may play a role in stimulating the equine ovary during the spring reproductive transition. J. Equine Vet. Sci. 13:631-635.

Nequin LG, King SS, Ferreira Diaz GM, Gow GM. 1993a. Possible role for prolactin during the equine spring reproductive transition. Proc 13th Equine Nutr. Physiol symp Gainesville FL. 358.

Niswender KD, Harsy Q, McCue PM, Squires EL. 2003a. Initial studies on an eFSH product for commercial use. [www.equineFSH.info]

Niswender KD, McCue PM, Squires EL. 2003. Effect of purified equine FSH in stimulating follicular development and ovulation in transitional mares. [www.equineFSH.info]

Porras AA, Páramo RM. 2009. Manual de prácticas de reproducción animal. (1^a ed) UNAM. Cd. De México: 180-188

Ptaszynska M. 2007. Compendium de reproducción animal. Uruguay. 9a ed: 129-158

Ramirez GA. 2001. Sincronización del ciclo estral de la yegua fina sangre de carrera mediante la utilización de un dispositivo intravaginal de progesterona y estradiol (PRID) (Tesis de Licenciatura). Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Rathbone MJ, Burns OJ, Ogle CR, Burggraaf S, Bunt CR. Controlled release drug delivery systems for estrous control of domesticated livestock. In: Rathbone MJ and

Gurney (eds) Controlled Release Veterinary Drug Delivery. Elsevier Science, Amsterdam, 200:201-228.

Robinson E. 1992. *Terapéutica Actual en Medicina Equina* 2. 1° ed. Prensa Veterinaria Argentina. Bs.As. Argentina: 564

Roser JF, Kiefer BL, Evans JW, Neely DP and Pacheco Ca. 1979. The development of antibodies to hCG following its repeated injection in the cyclic mare. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 27:173-179.

Samper JC, Pycock JF, McKinnon OA. 2007. Current therapy in Equine Reproduction. Ed. ELSEVIER. Philadelphia: 1-12, 22-24, 32-35,

Souza FA; Pérez JO; D'Oliveira AS; Ribeiro VV; Marc H; Chacón LJ; Arias SA. 2011. Foliculogénesis y ovulación en la especie equina. *Rev. Med. Vet.: Bogotá (Colombia)* 22: 43-50

Sullivan JJ, Parker WG and Larson LL 1973. Duration of estrus and ovulation time in nonlacting mares given hCG during three successive estrous periods. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 63:895-898.

Taylor TB, Pemstein R and Loy RG. 1982. Control of ovulation in mares in the early breeding season with ovarian steroids and prostaglandins. *Reprod. Fert. Suppl.* 32:219-224.

Terry LB, Dickson DV, James S, Charles CL, Steven PB, Sherri LR. 2003. *Manual of equine reproduction*. 2da ed. USA: 1-30.

The jockey club. 2005. Breeding Statistics. WEB PRESS RELEASE: 14/09/05 www.jockeyclub.com.

Thompson GL, Hoffman R, DePew C. 1997. Prolactin administration to seasonally anestrous mares: reproductive, metabolic, and hair-shedding responses, *J. Anim. Sci.* 75:1092-1099.

Van Nierkerk CH, Cobrough RI, Doms HW. 1973. Progesterone treatment of mares with abnormal oestrous cycles early in the breeding season. *J. So. Afr. Vet Med Assoc.* 44:37-45.

Voss JL, Sullivan JJ, Pickett BW, Parker WC, Burwash LD and Larson LL. 1975. The effect of hCG on duration of oestrus, ovulation time and fertility in mares. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 23:297-301.

Wallace RA, Squires EL, Voss JL, and Pickett BW. 1977. Effectiveness of GnRH or GnRH analogues in inducing ovulation and shortening estrus in mares. Abstr #535, 69th Annu. Meet. ASAS, Madison, WI.

Webel SK and Squires EL. 1982. Control of the oestrouys cycle in mares with altrenogest. J Reprod Fert Suppl 32:193-198.

Wilson CG, Downie CR, Hughes JP, Roser JF. 1990. Effects or repeated hCG injections on reproductive efficiency in mares. J. Eq Vet Sci. 10(4):301-308.

RAMÍREZ J. 2006. "Determinación del fotoperíodo sobre la actividad ovárica en yeguas durante el año, en diferentes haras, en los departamentos de guatemala, sacatepequez y escuintla". TESIS: 5:10, 13.

Ureña F.G. 2012.Comportamiento reproductivo. Ontogenia de la conducta sexual del macho y de la hembra, y su desarrollo en las diferentes especies domésticas. Procedimientos de control bajo diferentes sistemas de cría. Artículo de consulta: 3,4, 5, 24, 25,26.