

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN YEGUAS**

**POR:**

**JUAN MANUEL RODRÍGUEZ PORRAS**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN YEGUAS**

**POR:**

**JUAN MANUEL RODRÍGUEZ PORRAS**

**MONOGRAFÍA**

**MONOGRAFIA DEL C. JUAN MANUEL RODRÍGUEZ PORRAS  
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADO POR:**



**MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS  
ASESOR PRINCIPAL**



**MC. DAVID VILLAREAL REYES  
ASESOR**



**MC. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS  
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
AAAN - UU**

00038

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN YEGUAS**

**POR:**

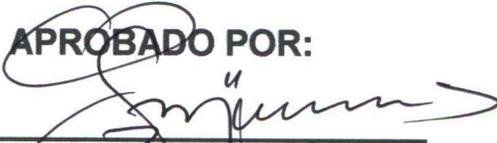
**JUAN MANUEL RODRÍGUEZ PORRAS**

**MONOGRAFÍA**

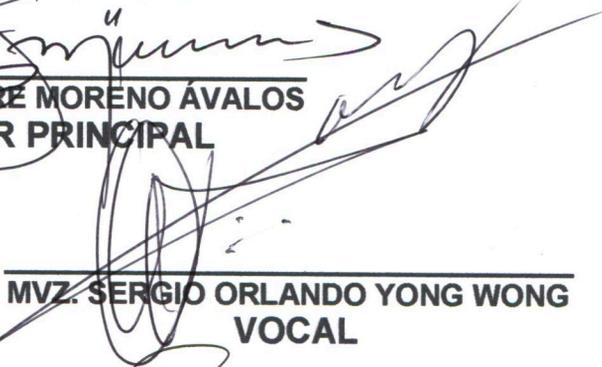
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS  
ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**M. C. DAVID VILLAREAL REYES  
VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. SERGIO ORLANDO YONG WONG  
VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. EDMUNDO GUZMÁN RAMOS  
VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSÉ LUIS ECO. SANDOVAL ELÍAS  
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL**

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
-AAN- UU

## *AGRADECIMIENTOS:*

*A Dios, padre todo poderoso por darme la vida y salud hasta este momento y poder lograr este tan anhelado título profesional.*

*A la Virgen de Guadalupe, por estar conmigo en las buenas y en las malas, que siempre me cuidaste a pesar de mis actos, que cuando te pedía algo tu me lo concedías gracias muchas gracias.*

*A mis padres:*

*Juan Manuel Rodríguez Lugo, por darme la vida, por creer en mí a pesar de todo, por enseñarme a trabajar, por darme la oportunidad de realizar esta carrera que fue un sacrificio para ti estar lejos de mi mamá. ¡Por todo muchas gracias PAPA!*

*Guadalupe Porras Soriano, por darme la vida, por estar en los momentos más difíciles de mi vida, por estar con tus hijos cuando te necesitamos a pesar de todo. ¡Muchas gracias MAMÁ!*

*A mis hermanos José Omar, Orlando y Saúl, por aguantarme y estar apoyándome a pesar de todo lo que pase. ¡Gracias brothers!*

*A mis tías (Estela, Bertha y Socorro) y mi abuelita (Maria), por cuidarme desde bebé como su hijo, y estar conmigo en las buenas y en las malas.*

*A la UAAAN – UL, por darme la oportunidad de cursar una carrera, poder relacionarme con mucha gente de diferentes culturas y costumbres.*

*A Jorge Niño Patiño, por ser mi entrenador de basket, más que ser un amigo y por todos sus consejos que me han ayudado en mucho al igual que todas sus enseñanzas en el deporte.*

*A mi asesor y vocales, por brindarme un poco de su tiempo para poder realizar esté trabajo y todas sus recomendaciones que me hicieron.*

*A mis compañeros y amigos, de la generación XLVI grupo C, a todos aquellos con los que compartí casa, a los que pasaron por el equipo de basket de la UAAAN - UL, disculpen por no mencionarlos serian varios.*

## DEDICATORIA:

*A la memoria de mis abuelos; Francisco Rodríguez, Lucía Soriano y Trinidad Porras. Y mi tío; Eleuterio Rodríguez: que estén donde estén reciban este esfuerzo que hicieron en vida.*

*A mis padres Juan Manuel Rodríguez Lugo y Guadalupe Porras Soriano, les dedico esta monografía por todos los sacrificios tan grandes que hicieron para que pudiera llegar a estas instancias.*

*A mis hermanos (Omar, Orlando y Saúl), para que les sirva de ejemplo en sus vidas y al igual que yo terminen una carrera.*

*A mi hijo Juan Arturo, por llegar como una luz en mi vida.*

*Y a todas esas personas que intervinieron para que pudiera lograr lo que soy.*

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	I
INDICE DE CUADROS.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	III
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	1
INTRODUCCIÓN.....	4
ANATOMIA.....	7
1.- GENITALES EXTERNOS	
1.1.- Vulva.....	7
2.- GENITALES INTERNOS	
2.1.- Vagina.....	7
2.2.- Cervix.....	7
2.3.- Útero.....	8
2.4.- Ovarios.....	9
2.5.-Trompas.....	10
ENDOCRINOLOGIA.....	13
1.- ETAPA ANAVULATORIA.....	14
2.- TRANSICIÓN DE PRIMAVERA.....	15
3.- ETAPA REPRODUCTIVA.....	15
4.- TRANSICIÓN DE OTOÑO.....	16
CICLO ESTRAL.....	18
1.- PROESTRO.....	20
2.- ESTRO.....	20
3.- METAESTRO.....	21
4.- DIESTRO.....	21
SINCRONIZACIÓN.....	23
TECNICA.....	24
VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	30
1.- VENTAJAS EN GENERAL.....	31
2.- DESVENTAJAS EN GENERAL.....	32
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1; Aparato reproductor de la yegua.....	11
Figura 2; Tracto reproductivo de la yegua.....	12
Figura 3; Hormonas y glándulas que interfieren en la ovulación.....	17
Figura 4; Luteólisis en el equino.....	18
Figura 5; Recolección de semen por desviación del pene con una yegua en celo.....	29
Figura 6; Maniquí para la monta artificial.....	29
Figura 7; Ejecución de la monta al maniquí con la yegua en celo a un lado.....	30

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1; Etapas del ciclo estral y sus duraciones.....	22
Cuadro 2; Comparación de las técnicas para la preñez en yeguas.....	25

## ANTECEDENTES HISTORICOS

Losinno y Aguilar (2002) encontraron evidencias, que algunos pueblos de Asia Menor, alrededor de 2 500 A.C., manejaban manadas de cría y castraban a los machos que no reunían las condiciones como reproductores por lo que; la selección reproductiva, se utilizaba aun empíricamente, no es una herramienta nueva en la relación del hombre con los animales.

Si bien existen referencias en la historia de la inseminación artificial antes del siglo XVII resultan confusas y poco confiables<sup>15</sup>.

La inseminación artificial ha sido utilizada extensamente en el mundo equino desde su desarrollo moderno por B. W. Picket de la universidad de Colorado a principios de los años 60 del siglo pasado<sup>18</sup>.

El primer reporte de un nacimiento producto de la inseminación artificial es atribuido al monje italiano Lázaro Spallanzani, quien en 1779, logró a través de una inseminación instrumental fecundar una perra y obtener una camada de cachorros<sup>15</sup>.

Nuestra historia comienza con registros antiguos, donde están disponibles los hechos para documentar logros significativos. Por lo tanto, la historia se relaciona cronológicamente. Muchos de los desarrollos de la inseminación artificial ocurrieron antes de los años 80 del siglo pasado cuando las redes electrónicas se convirtieron en referencias disponibles<sup>6</sup>.

En la década de los ochenta comenzó a utilizarse la leche fresca descremada para la preservación de semen equino congelado, en forma similar como se ha usado en el caso de semen bovino<sup>4</sup>.

Hasta el año 1981, el tratamiento de elección para la sincronización del celo fue la aplicación de progestágenos mediante esponjas intravaginales, actualmente se aplican dispositivos intravaginales como CIDR (es un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona) y PRID (Un dispositivo intravaginal de uso bovino conteniendo progesterona de lenta liberación)<sup>31</sup>, que tienen la ventaja importante que no se pierden y no producen vaginitis importantes que interfieran en la fecundación normal, como sucede con las esponjas intravaginales sin la aplicación de antibióticos. Pocos trabajos se han encontrado sobre el uso de dispositivos intravaginales con progesterona (CIDR y PRID) en yeguas. La progesterona debe asociarse a estrógenos porque los estrógenos tienen efectos supresivos en la secreción de FSH, controlando el crecimiento folicular<sup>11</sup>.

Las primeras colecciones de semen fueron obtenidas colocando un bolso de goma en la vagina de una yegua en estro. En los años 30 y los años 40 del siglo pasado, varios tipos de vaginas artificiales fueron desarrollados y se han modificado. Una versión más pequeña de vagina, más ligera fue desarrollada por Nishikawa. Aunque los métodos se han ideado para congelar el esperma del semental, la mayoría de la inseminación artificial en equinos se hace con el semen fresco, usándose dentro de las primeras 48 horas pos colección<sup>6</sup>.

Pero no fue hasta comienzos de este siglo que la inseminación artificial comenzó a considerarse como una técnica de gran proyección en la producción animal. En contraste con la rápida aceptación de la inseminación artificial en otras especies, en particular los bovinos, en los equinos el número de animales en programas de inseminación ha crecido muy lentamente. Hay varias razones que explican este fenómeno. Una de ellas ha sido la actitud conservadora de muchos criadores, quizás influenciados por la política de una de la raza más difundida y económicamente importante en el mundo, los Pura Sangre de Carreras que no permite hasta hoy, el uso de la inseminación artificial y transferencia de embriones (Losinno 2002). El interés en el uso de la inseminación artificial se ha incrementado en los últimos años debido al riesgo de la transmisión de enfermedades venéreas

por medio de la monta natural y a los riesgos que esta implica en los sementales y/o yeguas de alto valor económico. Además, permite utilizar más eficientemente sementales viejos o con trastornos músculo-esqueléticos, cubrir un mayor número de yeguas con una mínima cantidad de saltos y reducir los costos operativos. Los índices de preñez con cualquiera de los sistemas de inseminación artificial utilizados (semen fresco, refrigerado o congelado) se han incrementado recientemente lo suficiente como para dar márgenes de confiabilidad comercialmente aceptables. Esta técnica registra actualmente un crecimiento expansivo a nivel internacional, con cientos de miles de yeguas inseminadas cada año<sup>15</sup>.

## INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial es la aplicación directa del semen del macho en el aparato reproductor de la hembra para conseguir una fecundación del ovulo y un desarrollo normal de la gestación y el parto. La inseminación artificial es una práctica zootécnica que tiene por objeto mejorar la eficiencia reproductiva de los animales domésticos, siguiendo la vía macho, pues la vía hembra sería la de la técnica de transferencia de embriones<sup>15</sup>.

La inseminación artificial era la primera gran biotecnología aplicada para mejorar la reproducción y la genética de los animales del campo. Ha tenido un impacto enorme por todo el mundo en muchas especies, particularmente en el ganado lechero (bovinos)<sup>6</sup>.

Sin embargo la inseminación artificial, para la crianza del caballo no es nueva, y los criadores han tenido bastante éxito. Pero la práctica no ha sido fácilmente adaptable para los dueños de pequeñas manadas<sup>13, 14</sup>.

La inseminación artificial es practicada extensamente en las crías de la mayoría de las castas de caballos de deporte y en muchos países<sup>10</sup>.

Dicha técnica se ha desarrollado enormemente en los últimos años debido a las ventajas que aporta a la cría equina, podemos destacar el aumento del número de yeguas cubiertas por cada semental (que van de 40 incluso hasta 150 yeguas preñadas por un mismo semental), la mejora de los índices de concepción de algunos sementales y yeguas subfértiles, la posibilidad de almacenamiento y transporte del semen y la disminución de los accidentes en los animales y las personas ocurridos durante la monta natural. Cuando se aplican en forma adecuada las técnicas actuales de inseminación artificial pueden dar como resultado tasas de concepción iguales o incluso superiores a las obtenidas mediante monta natural<sup>15</sup>.

La crianza de caballos puede ser una frustración, ya que no se tiene mucho conocimiento sobre técnicas para mejorar la reproducción, pero también la recompensa, especialmente si se produce un animal excepcional. Muchos problemas, pueden ser solucionados entendiendo los principios de base de la reproducción. Las yeguas o potrancas alcanzan la pubertad y comienzan generalmente a demostrar calor en 15 a 24 meses de la edad<sup>17</sup>.

Las yeguas son poliéstricas estacionales y el fotoperíodo les programa su actividad reproductiva. Es decir en los días con mayor cantidad de horas luz, lo que ocurre en el verano de cada año, es cuando las yeguas presentan ciclos estrales y por consiguiente, pueden concebir. En la temporada en que se reduce el fotoperíodo (invierno) ocurre lo contrario, permanecen en un período anovulatorio no cíclico: anestro<sup>30</sup>.

La edad y el estado de la yegua se han demostrado que afectan la fertilidad. Las yeguas con mas de 12 años han bajado sus tarifas de preñez por ciclo y tarifas crecientes de la pérdida de la cría. Por otra parte, los factores de la genética y la calidad reproductiva del semental (calidad del espermatozoide, dosis por aplicar, y método del almacenaje) afectan la eficacia reproductiva de yeguas<sup>27</sup>.

Con base en su actividad ovárica y debido a que la duración de la gestación es de alrededor de 11 meses. La yegua generalmente presenta sus partos en la primavera (marzo a junio), como las demás especies con reproducción estacional. Esta actividad reproductiva se debe a que en la primavera encuentran las condiciones apropiadas para la supervivencia de su descendencia. Sin embargo, no en todas las explotaciones de equinos coincide la fisiología reproductiva de estos animales con el interés de los productores. Se dice que los buenos potros nacen entre febrero, marzo, abril y mayo, esto se debe por el fotoperíodo<sup>30</sup>.

Los tratamientos físicos y farmacológicos que controlan la sincronización del estro y la ovulación son de gran importancia práctica en esta especie poliéstrica estacional, particularmente en las razas deportivas. Entre las ventajas se encuentra la racionalización en el uso de padrillos (semental) y el poder lograr la gestación en la mayor cantidad de yeguas al comienzo de la estación reproductiva; además de poder servir las yeguas a tiempo fijo sin detección de estro<sup>11</sup>.

El sitio en el cual se va a depositar el semen también desempeña un papel importante; el semen se puede depositar, en el cuerpo uterino (inseminación artificial estándar) o en la extremidad del cuerno uterino (inseminación artificial profundo)<sup>10</sup>.

Aunque los métodos se han ido mejorando para congelar el esperma del semental, la mayoría de la inseminación artificial equina se hace con el semen fresco, usándose dentro de las primeras 48 horas después de la colección<sup>6</sup>.

## ANATOMIA

Es importante recordar que los órganos que forman el aparato reproductor de la yegua están divididos en genitales externos e internos; los primeros están formados por el perineo y la vulva y los segundos corresponden al clítoris, el vestíbulo, la vagina, el cervix, el cuerpo del útero, los cuernos uterinos, los oviductos y los ovarios<sup>25</sup>.

### 1.- Genitales externos:

#### 1.1.- Vulva:

La vulva es la abertura exterior al canal reproductivo. Consiste en los labios, el clítoris y el vestíbulo. La construcción de esta región es importante porque sirve para proteger a la yegua contra la entrada del aire y de otros contaminantes al interior de la vagina<sup>5</sup>. (Figura 1)

### 2.- Genitales internos:

#### 2. 1.- Vagina:

Parte de la canal de parto situada horizontalmente en la cavidad de la pelvis, entre el cervix y la vulva, mide aproximadamente 20 centímetros de largo y sirve como receptáculo del miembro del macho durante la cópula. Está dividida por el himen<sup>20</sup>. Los tejidos finos vaginales deben ser extremadamente elásticos y extensibles acomodar el pene en la crianza y el potro durante nacimiento<sup>5</sup>. (Figura 1 y 2)

#### 2. 2.- Cervix:

Básicamente es un músculo altamente extensible, el cervix tiene aproximadamente 4 pulgadas de largo y aparece como círculo del tejido fino

doblado en la superficie anterior de la cámara acorazada vaginal. Su forma y características cambian perceptiblemente en respuesta al ambiente hormonal del cuerpo. De a los niveles altos de estrógeno producido durante el estro, el cervix aparece de un color de rosa. Y durante este período produce un moco fino, acuoso que se encuentra en el piso de la vagina. Este tono cervical flácido facilita el paso del semen durante la copula o los instrumentos de la inseminación artificial. En contraste, cuando el cervix está bajo influencia de la progesterona durante el período del diestro y el embarazo, produce un moco grueso, pegajoso, y firmemente está cerrado y sostenido en el centro de la pared vaginal. La barrera física producida por el cervix sano proporciona una línea de defensa importante contra la contaminación y la infección uterinas. Por lo tanto, los daños a esta estructura pueden dar lugar a problemas significativos en fertilidad<sup>20</sup>. (Figura 1 y 2)

### 2. 3.- Útero:

Es un órgano muscular de pared gruesa que ocupa un lugar central en la pelvis. Presenta la forma de una pera invertida y consta de cuerpo, cuello o cervix y dos cuernos. El cuerpo del útero esta revestido con una clase especial de tejido llamado endometrio. El cuello uterino se proyecta en sentido caudal dentro de la cavidad de la vagina y es en realidad un robusto esfínter de músculo liso firmemente cerrado excepto en el periodo de celo y en el acto del parto. En el primer caso el cuello se distiende ligeramente, lo que permite que los espermatozoides penetren en el útero, no es raro que en este caso cierta cantidad de moco salga por el cuello y se expulse por la vulva. El aumento de la secreción mucosa se debe a las células caliciformes del conducto cervical durante la gestación, esto evita que las materias sépticas procedentes de la vagina asciendan hasta la cavidad uterina<sup>5</sup>. (Figura 1 y 2)

Sus funciones son la gestación y la síntesis de prostaglandina. El embrión llega al útero al séptimo día y se establece en un lugar del endometrio del útero donde se desarrollará y se convertirá en feto. Hasta la implantación, los nutrientes los proporcionan el vitelio y ciertas secreciones

del útero que luego son aportados por intermedio de la placenta. Esto es un órgano de varias capas, hueco, en forma de Y. La base de la Y se llama el cuerpo uterino, mientras que los dos ramas se llaman los cuernos. El útero es suspendido dentro de la cavidad del cuerpo por dos resistentes ligamentos. La posición de estos ligamentos con la edad, los partos o traumas puede causar una inclinación hacia abajo del útero. Esta conformación puede predisponer a la yegua a la turbulencia de la orina (orina que reúne) en la zona reproductiva y su acumulación en la cervix. La reunión de la orina puede causar la infección uterina y una baja de la fertilidad. El útero se compone de tres capas distintas. La capa exterior, serosa es continua con sus amplios ligamentos, la capa media consiste en dos hojas de tejido fino muscular, una orientada longitudinalmente y una circular. El endometrio es la capa íntima. Y es una membrana mucosa compleja que contiene una fuente rica de la sangre y muchas glándulas. La última función del útero es proteger, alimentar y proporcionar un ambiente adecuado al desarrollo del embrión y del feto, y expulsar el feto durante nacimiento. Mantener tejidos finos sanos dentro del endometrio es crucial para la fertilidad óptima. Por lo que, la endometritis (infección uterina) es una causa importante de la infertilidad en yeguas<sup>20</sup>. (Figura 1 y 2)

#### 2. 4.- Ovarios:

Son glándulas pares que elaboran las hormonas estrógeno y progesterona y producen una determinada cantidad de óvulos que la yegua presenta en gran cantidad al momento de nacer. Los ovarios se encuentran por debajo de la cuarta o quinta vértebra lumbar, tienen forma de riñón y están recubiertos por el peritoneo<sup>5</sup>.

Los ovarios de la yegua son únicos en su forma. Se asemeja a un riñón haba-formado y tendrán un contraste obvio de tamaño y textura entre las estaciones de crianza y de no-crianza. Durante la estación de crianza están funcionando y con el tamaño de una pelota de tenis. El lado convexo del ovario se llama el hilus y es el área del accesorio a la cavidad abdominal.

El hilus también proporciona el paso para los vasos sanguíneos y los nervios que sirven el ovario entero. El lado cóncavo del ovario se llama la fosa de la ovulación y es único en la yegua. Esta área es la única porción del ovario de la cual un huevo puede ser ovulado. La estructura interna del ovario consiste en un área externa llamada la médula y una parte interna, la corteza. La corteza contiene el ovario (huevos). La corteza apoya el crecimiento y el desarrollo de las estructuras en el ovario que ayudan a los huevos maduros y también secreta las hormonas que ayudan a controlar el proceso reproductivo. Una de las estructuras corticales se llama el folículo. Cada ovario es encajonado por una sola capa de células epiteliales foliculares, el folículo primordial. De los centenares de millares de folículos primordiales presentes en el ovario, en el nacimiento, solamente una fracción pequeña alcanzará madurez. La mayoría de los folículos degeneran o experimentan el desarrollo parcial y después desaparecen. Este proceso folicular del crecimiento implica la ampliación, del desarrollo de capas celulares alrededor de la pared folicular, la acumulación del líquido dentro de la cavidad folicular central, y la producción de los estrógenos. Mientras que el folículo pre-ovulatorio agrandado al acercarse la madurez, se bombea de la superficie del ovario. Este bombeo se puede palpar a través de la pared rectal. Las imágenes ultrasónicas del folículo pre-ovulatorio aparecen como área negra dentro de los tonos grisáceos. El diámetro del folículo indica su madurez. Esos 35 milímetros o mayores se consideran capaces de ovular<sup>20</sup>. (Figura 1 y 2)

Durante el invierno, esta en período de inactividad ovárica cuando la yegua esta flaca y peluda, los ovarios son duros al tacto y miden entre 4 y 5 centímetros de diámetro y se denomina ovarios de anestro. Todo este periodo dura hasta que comienzan a aumentar las horas-luz, para luego ingresar en la etapa vernal<sup>5</sup>.

## 2. 5.- Trompas uterinas:

Trompas uterinas son dos conductos sinuosos de 20 a 30 centímetros de largo, son tubos pequeños, en espiral, que llevan el óvulo del ovario al cuerno del útero. Están formadas por una capa externa fibroserosa, una

capa intermedia de fibras musculares lisas y una capa interna mucosa<sup>5</sup>.  
(Figura 1 y 2)

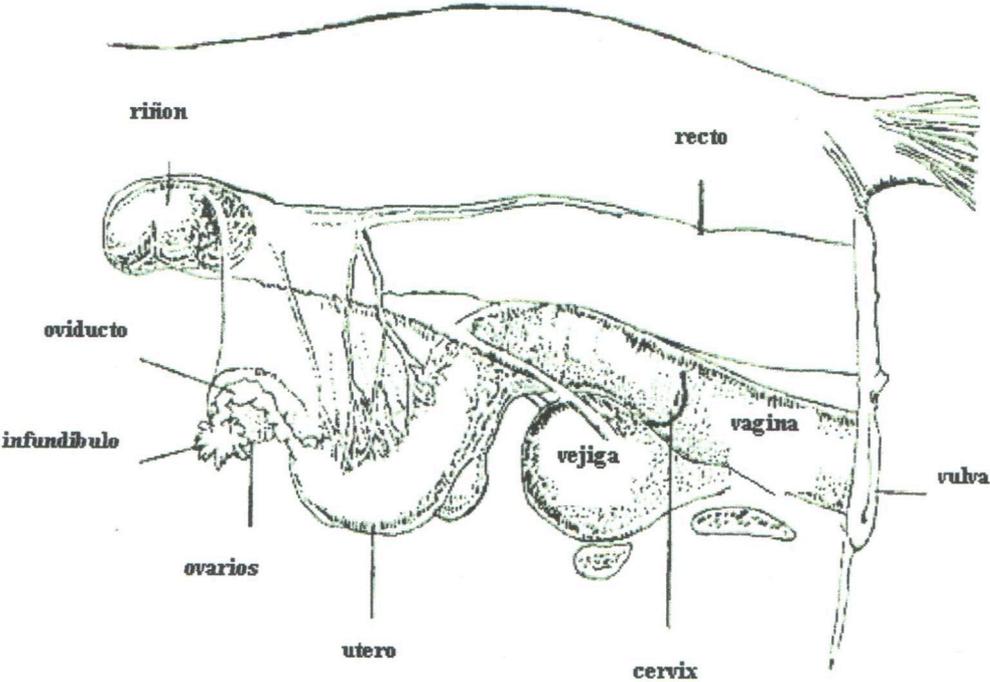


Figura 1: Aparato reproductor de la yegua<sup>29</sup>.

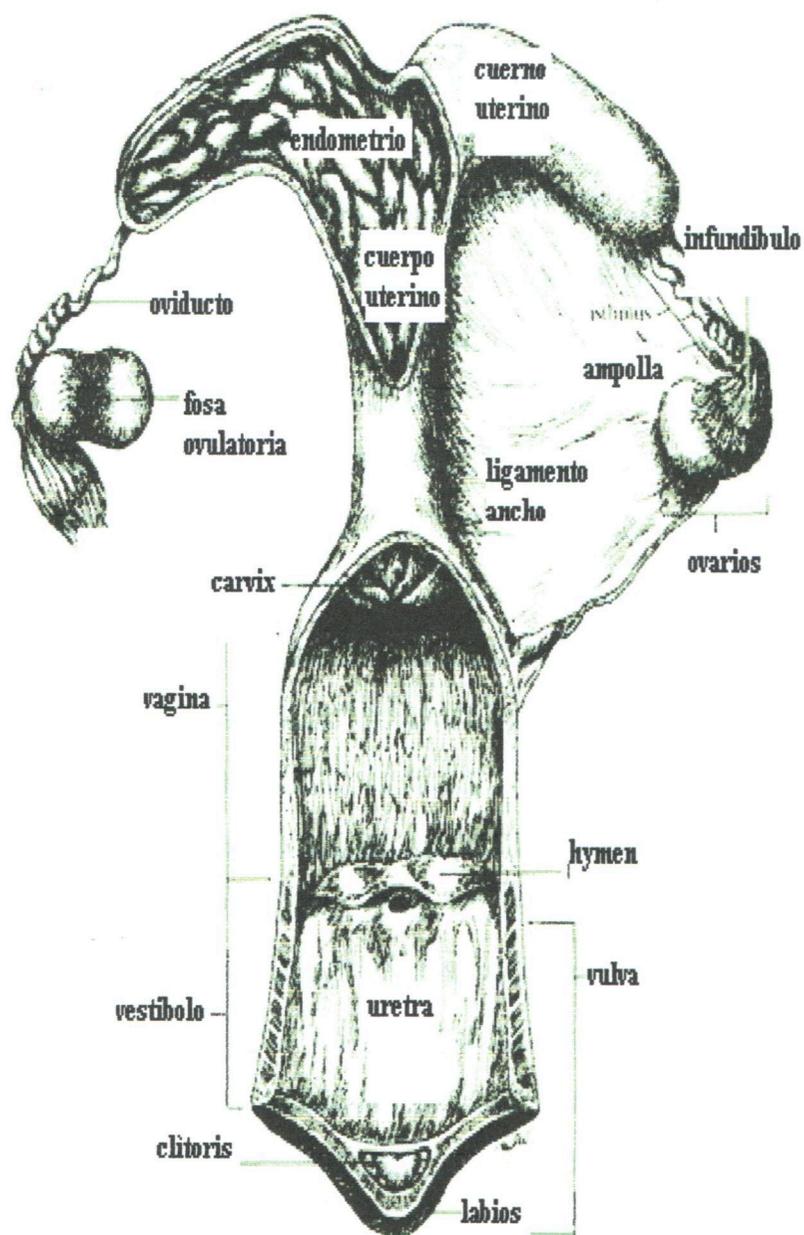


Figura 2: Tracto reproductivo de la yegua<sup>24</sup>.

## ENDOCRINOLOGIA

La yegua es poliéstrica estacional con fotoperíodo positivo (16 horas de día y 8 horas de noche). Es decir presenta varios ciclos estrales durante la temporada reproductiva, y se encuentra regulada por la cantidad de horas luz. Y el fotoperíodo negativo es lo contrario ya que este periodo es cuando las horas luz disminuyen<sup>7</sup>.

El ciclo de la yegua es un complejo sistema de retroalimentación en el que intervienen las hormonas sexuales estrógeno y progesterona, las gonadotropinas hipofisarias LH (hormona luteinizante), FSH (Hormona foliculostimulante) y la hormona liberadora de gonadotropinas GnRh del hipotálamo<sup>5</sup>.

La LH actúa en las células de Leyding, estimulando la producción de testosterona<sup>23</sup>.

La hormona de LH es responsable de estimular la ovulación. El patrón de la secreción de la LH en la yegua diferencia de otros animales domésticos. La LH se secreta por un período del tiempo prolongado, comenzando en la iniciación del estro, los picos en dos días después de la ovulación y las declinaciones durante la fase inicial lutea. La ovulación ocurre generalmente hacia el final del estro. Los aumentos en la concentración de la LH se requieren en las yeguas para la maduración y la ovulación del folículo preovulatorio<sup>24</sup>.

La FSH actúa en las células de Sertoli, que provocan la estimulación de la espermatogénesis. Actúa estimulando la producción de células germinales del ovario y va a provocar la maduración folicular, para lo cual se va a ver ayudado por la LH. Las altas concentraciones de FSH son necesarias durante el diestro para el crecimiento del folículo preovulatorio<sup>23</sup>.

Los folículos producen estrógeno durante el estro y presentan una fosa de ovulación por donde es expulsado el óvulo, esta fosa tiene menor irrigación sanguínea que el resto del folículo, evitando así mayores

hemorragias. La formación del cuerpo lúteo es consecuencia de gestación y fecundación, produce progesterona, que determina la placentación, actúa en el desarrollo de la glándula mamaria y tiene acción inhibitoria sobre la hipófisis frenando la acción de la hormona folículo estimulante. A los 150 días de gestación sufre una regresión anatomi-fisiológica, transfiriendo sus funciones endocrinas a la placenta<sup>5</sup>.

El año calendario puede dividirse en cuatro etapas que difieren endocrina y fisiológicamente: etapa anovulatoria, transición de primavera, etapa reproductiva y transición de otoño.

1.- Etapa anovulatoria: La liberación de melatonina (hormona natural que se libera en el torrente sanguíneo durante las horas de oscuridad, esta regula las funciones fisiológicas que ocurren en el cuerpo a lo largo de un periodo de 24 horas, como el ciclo de sueño y vigilia o las fluctuaciones de temperatura, frecuencia cardiaca y presión arterial) es bloqueada por el estímulo producido por la luz durante el invierno, la mayor cantidad de horas de oscuridad, producen una cantidad suficiente de melatonina como para bloquear el eje hipotalámico-hipofisario-ovario. Como consecuencia, el GnRH (hormona liberadora de gonadotropina, dicha hormona es producida en el hipotálamo. Estimula la creación y la liberación de LH y FSH) es liberada en forma pulsátil con muy baja amplitud y frecuencia (pulsos débiles con intervalos muy largos entre cada liberación), resultando insuficiente para producir secreción de FSH y LH. A la palpación rectal, los ovarios se palpan chicos y duros por la ausencia de folículos grandes (> 15 mm). Se denominar a esta etapa anovulatoria y no anestro ya que algunas yeguas presentan signos de celo debido a la ausencia de progesterona y la liberación de estradiol desde las glándulas adrenales. La FSH durante el invierno se libera con una frecuencia de un pulso cada dos días siendo insuficiente como para producir el crecimiento de folículos mayores a 1.50 centímetros.

2.- Transición de primavera: El inicio de la actividad reproductiva se produce paulatinamente y luego de pasar por un período de aproximadamente 2 meses de transición. Durante este período, la concentración de FSH es óptima para producir el reclutamiento de folículos pero al no liberarse LH en cantidad suficiente, no se desencadena la ovulación. La deficiencia estacional que se observa en la liberación de LH resulta en una concentración baja de los factores presentes en el líquido folicular como IGF-I (factor de crecimiento similar a la insulina tipo I), estradiol, inhibinas y factores angiogénicos (VEGF [Factores de crecimiento del endotelio vascular]). Todo esto conduce a que no se produzca la ovulación. La concentración baja de estradiol e inhibinas a su vez, lleva a una mayor concentración de FSH porque no se produce el mecanismo de retroalimentación negativo. Al principio de la transición ocurren sólo ondas foliculares menores. Se denomina ondas foliculares menores al reclutamiento de un número determinado de folículos que crecen entre 6 y 21 mm y regresan simultáneamente sin la formación de un folículo dominante. Al final de la transición, ocurren ondas foliculares mayores. Se produce el reclutamiento de un conjunto de folículos antrales que si bien regresan todos, uno de ellos logra alcanzar mayor tamaño que los demás, más de 21mm de diámetro. A la palpación los ovarios se palpan como "racimos de uvas" por la presencia de muchos folículos de tamaño similar entre ellos (20-30 mm). El comportamiento de la yegua en esta etapa se caracteriza por tener celos largos e irregulares. La elevación de la LH permite la primera ovulación dando por terminado la etapa de transición y el comienzo de la etapa reproductiva.

3.- Etapa reproductiva: El comienzo de la etapa reproductiva sucede cuando las horas luz son suficientes para suprimir el reflejo inhibitorio producido por la melatonina sobre la liberación de GnRH. Los primeros ciclos del año suelen ser irregulares, adquiriendo más regularidad en cuanto a duración, a medida que avanza la estación reproductiva. La liberación de GnRH es continúa con pulsos adicionales cada dos horas en diestro y dos pulsos cada hora en estro. En la yegua puede ocurrir una o dos ondas foliculares mayores por ciclo estral ya que la concentración de FSH puede

ser secretada siguiendo un patrón uni o bimodal. Cuando es secretada con un patrón bimodal presenta un aumento plasmático del día 3 al 5 y un segundo aumento entre los días 11 a 13 del ciclo. Más entrada la etapa reproductiva, la FSH puede tener un patrón de secreción unimodal, aumentando solamente una vez por ciclo. A diferencia de la transición, en la temporada reproductiva sólo ocurren ondas foliculares mayores, ya que siempre se produce un folículo dominante. Según el momento del ciclo en que se producen las ondas foliculares, se subclasifican en onda mayor primaria y onda mayor secundaria. Se define como onda mayor primaria al grupo de folículos que darán origen a la ovulación estral. La ovulación ocurre 24 - 48 horas antes de que finalice el estro. La onda mayor secundaria es la activación y diferenciación de folículos terciarios cuyo folículo dominante adquiere su mayor tamaño durante el diestro. Comienza a observarse ecográficamente al final del estro del ciclo anterior. La onda mayor secundaria varía su incidencia según la raza y en general se observa con mayor frecuencia al comienzo de la etapa reproductiva anual, la FSH no siempre tiene una modalidad de secreción bimodal. La yegua es una de las especies domésticas que puede ovular con concentraciones altas de progesterona. Por lo tanto, a diferencia de otras especies, el folículo dominante de la onda mayor secundaria puede llegar a ovular (ovulación diestral). Si esta ovulación ocurre alrededor del día 10 del ciclo, al producirse la liberación del endometrio de PGF2alfa, se producirá la lisis del cuerpo luteo diestral al mismo tiempo que el cuerpo luteo primario. En cambio, si la ovulación diestral ocurre más tardíamente no podrá responder a la liberación de PGF2alfa y persistirá alargando la duración normal del diestro, formando un cuerpo lúteo persistente.

4.- Transición de otoño: Aunque los cambios fisiológicos que ocurren en la transición de otoño no están tan definidos como en el resto de las etapas anuales, se puede afirmar que durante el otoño ocurren cambios paulatinos que van a terminar temporalmente con la activación de folículos antrales y el mecanismo de la ovulación. La FSH vuelve a tener un patrón bimodal de secreción como al inicio de la temporada reproductiva con un pulso cada dos días. La concentración sérica de la LH disminuye más

rápidamente luego de su aumento pre-ovulatorio y finalmente no logra alcanzar los niveles necesarios para desencadenar la ovulación<sup>7</sup>.

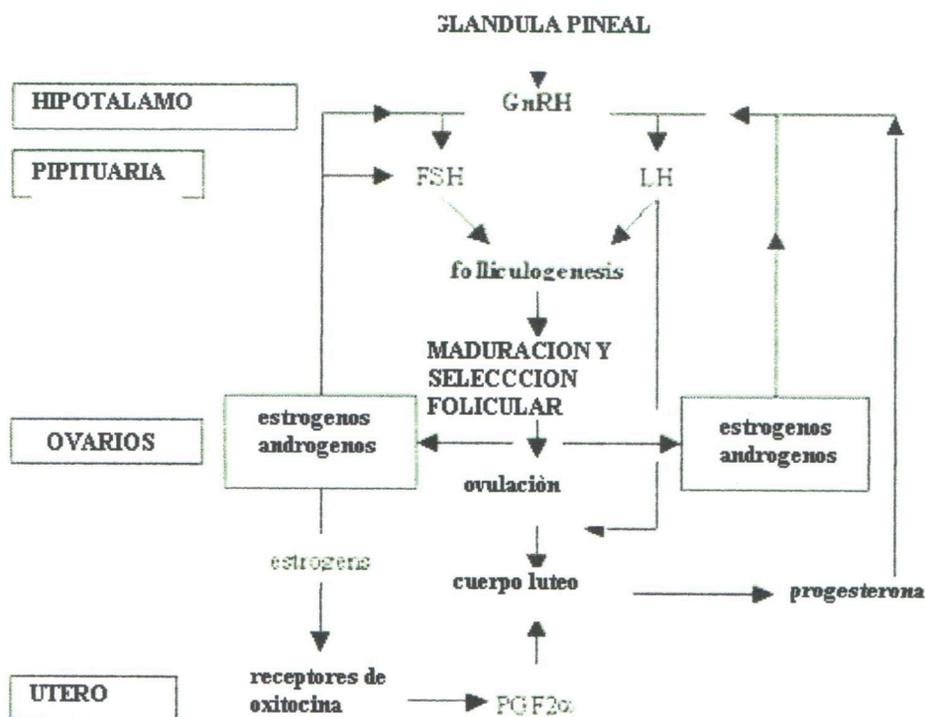


Figura 3: Hormonas y glándulas que intervienen en la ovulación. (en la glándula pineal se libera GnRH y esta libera la FSH Y LH por la pipituaría y de ahí se desencadena todos los demás factores de la ovulación).

Una vez que queda gestante y ya hacia el día 90 comienza la producción de PMSG (hormona gonadotropina sérica de la yegua gestante por sus siglas en inglés), que actúa como gonadotropina provocando una segunda ovocitación con la formación de otro cuerpo lúteo. Esto supone un refuerzo de la producción de progesterona lútea, pero puede conllevar una superfecundación ya que el macho puede fecundar este segundo óvulo. Esto último comprometería la gestación<sup>23</sup>.

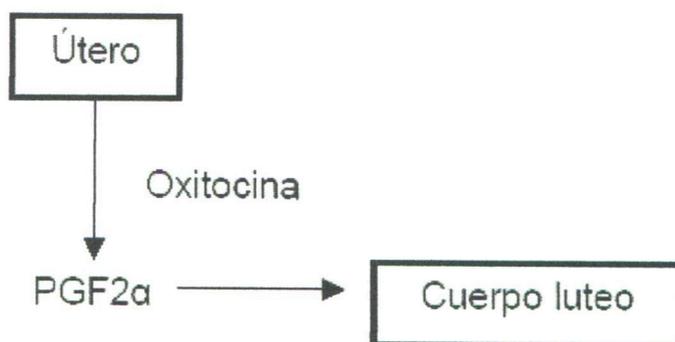


Figura 4: Luteólisis en el equino<sup>7</sup>.

#### CICLO ESTRAL

El ciclo estral es el intervalo del principio de un período del calor al principio del siguiente y que dura de 21 a 22 días<sup>22, 25</sup>. (Cuadro 1)

Las yeguas son monoteco; óseas que se caracterizan porque solo se produce el desarrollo de un folículo en cada ciclo sexual. También es estacional poliestrica. Es decir, ella completa un ciclo a través de la estación de crianza con la variación estacional en la longitud, la intensidad y la regularidad del ciclo estral. Muy pocas yeguas demuestran el calor asía el exteriores en el invierno, y los ciclos estrales son irregulares durante el inicio de la primavera. Sin embargo, las yeguas cargadas en abril, mayo y junio conciben mejor que cualquier otra época del año. Más adelante en el verano continúan demostrando muestras del estro, pero los ciclos llegan a ser irregulares otra vez<sup>17</sup>.

Al igual que es llamada a la yegua, fotolumínico dependiente, ya que para el inicio del celo los ciclos necesitan un aumento de horas-luz diarias, las cuales tienen efecto a través del ojo sobre la glándula pineal<sup>5</sup>.

La yegua tiene una gestación de 330 días y el M. V. Z. José M. Romero (2006) menciona que puede variar de 340 a 345 días, más menos 15 días, o incluso tener gestaciones de 365 días y es normal y consideramos potros prematuros a aquellos que nacen antes de los 320 días de gestación.; por lo que si queda gestante en primavera tendrá el parto la primavera siguiente, cuando la temperatura es adecuada y hay más pastos<sup>23</sup>.

Las potrancas alcanzan la pubertad y comienzan generalmente a demostrar calor en 15 a 24 meses de edad. Sin embargo, no se desarrollan suficientemente para llevar un potro. Solamente las potrancas que están excepcionalmente bien desarrolladas deben ser criadas 2 años para poder cargarlas<sup>17</sup>.

La transición vernal, se caracteriza por celos irregulares, que pueden durar 4 días a 2 meses. En el período primavera-verano, el ovario es de textura blanda al tacto y aumenta su tamaño hasta los 10 cm. de diámetro aproximadamente, el folículo maduro alcanza unos 5 cm. de diámetro y se llama a este período estro o ciclo estral. El ciclo estral se divide a su vez en dos etapas con un total de 21 días. Esta etapa presenta 6 días de celo y 15 días de diestro, manteniendo esta regularidad hasta abril. Resulta muy conveniente realizar el servicio al 3º día del comienzo del celo, y luego día promedio hasta finalizado el mismo. Esto porque la ovulación se produce 24 a 48 horas. Antes de finalizado el estro. Es muy común que las yeguas queden preñadas en octubre ya que para esa fecha salen de la transición vernal y su celo es estable<sup>5</sup>.

Desde el invierno, el pelo esta largo, áspero, sin brillo, así durante la transición vernal, sin embargo cuando esta corto, liso y brillante en el verano, los cambios de la capa del pelo se conducen por el fotoperiodo, y cambian mientras que la actividad ovárica cambia. Aunque la capa del pelo se utiliza a veces como indicador de la actividad ovárica, las asociaciones no lo aceptan; bajo condiciones experimentales, a las yeguas les crece el pelo mientras que completan un ciclo normalmente<sup>26</sup>.

En el ciclo estral se pueden diferenciar las siguientes fases;

#### 1.- PROESTRO:

Proestro, período previo al estro con una duración de 2 a 3 días<sup>19, 22, 17</sup>. (Cuadro 1)

Presencia de folículos grandes, incremento de estrógenos, incremento de la masculinización del tracto reproductivo, las glándulas endometriales inician su crecimiento<sup>19</sup>.

#### 2.- ESTRO:

El estro se define como aquel momento del ciclo reproductivo en que ellas aceptan el macho, y por lo tanto permiten la monta y la cópula<sup>22</sup>.

El estro (calor) dura un promedio de 5 a 7 días (Cuadro 1), el período más largo del calor de cualquier animal doméstico<sup>24, 17</sup>. El estro es caracterizado por la receptividad al semental<sup>24, 17, 19, 22</sup>.

El período del calor comienza cuando la yegua demuestra: deseo para la compañía, relajación de los órganos genitales externos, descarga mucosa leve de la vagina, orina frecuente, guiño de la vulva<sup>17</sup>.

Después del pico de LH, ocurre la ovulación 24 a 48 horas (Cuadro 1), se presenta una alta motilidad uterina con contracciones que se mueve hacia el oviducto, el transporté del esperma es óptimo, el moco cervical se incrementa<sup>19, 22, 17</sup>.

Así, es difícil predecir la época de la ovulación excepto palpando el ovario a través de la pared rectal<sup>17</sup>.

Pero en un equino es relativamente constante la intensidad y duración y la frecuencia del comportamiento del estro. Las hembras en anestro estacional pueden exhibir comportamiento de los estros ocasionales, aunque la aceptación del semental no es muy probable. En la transición vernal los caballos pueden exhibir calor prolongado o cada pocos días. Durante la estación ovulatoria, el estro ocurre en los intervalos regulares, con los períodos del estro más cortos en el pleno verano (4 - 5 días) y más largos al principio y fin de la estación (cerca de 7 días)<sup>26</sup>.

Es importante saber que el estro es un acontecimiento del comportamiento físico mientras que la ovulación es un acontecimiento fisiológico. Aunque el estro y la ovulación ocurren normalmente juntos, la ovulación no es dependiente del estro, ni el estro asegura la ovulación<sup>24</sup>.

### 3.- METAESTRO:

Metaestro, período inicial de formación del cuerpo lúteo<sup>22</sup>. Con una duración de 2 a 3 días<sup>19, 22, 17</sup>. (Cuadro 1)

Bajos niveles de estrógenos, presencia del cuerpo hemorrágico, se reducen drásticamente las contracciones uterinas, las glándulas endometriales siguen creciendo<sup>19</sup>.

### 4.- DIESTRO:

Diestro, fase de predominio de la actividad del cuerpo amarillo o lúteo, también se la denomina progestacional<sup>22</sup>.

El diestro, que dura a partir 10 a 16 días (Cuadro 1) . Durante diestro, la yegua rechaza el semental lo muerde y/o lo golpea con la patas traseras<sup>24</sup>.

Se caracteriza por; altos niveles de progesterona, bajos niveles de FSH, se detienen las contracciones uterinas, el cuerpo luteo aparéese si la hembra no fue fecundada<sup>19</sup>.

Lilido Ramírez (2006) menciona que; al proestro y al estro también se les denomina como fase estrogénica (folicular), por estar bajo el predominio de los estrógenos producidos por el ovario. En tanto que, al metaestro y al diestro se les conoce como fase progestacional (lútea) o de predominio del cuerpo lúteo, glándula secretora de la hormona progesterona u hormona de la gestación.

Ciclo estral (días)	21
Variación del ciclo (días)	16 - 24
Proestro (días)	2 - 3
Estro (días)	5 - 7
Metaestro (días)	2 - 3
Diestro (días)	10 - 16
Momento de la ovulación	1 a 2 días antes del estro
Momento de la inseminación	Segundo día y cada día del estro

Cuadro 1: Etapas del ciclo estral y sus duraciones.

El ciclo ovárico comprende las siguientes etapas: maduración folicular, ovulación y formación del cuerpo lúteo, seguido de su desarrollo y regeneración, con la posterior maduración de un nuevo folículo, que trae como consecuencia la iniciación de un nuevo ciclo ovárico. Durante el invierno, de mayo a fin de agosto, mediados de septiembre, período de inactividad ovárica cuando la yegua esta flaca y peluda, los ovarios son duros al tacto y miden entre 4 y 5 cm. de diámetro, y se los denomina ovarios de anestro. Todo este periodo dura hasta que comienzan a aumentar las horas-luz, para luego ingresar en la etapa vernal<sup>5</sup>.

## SINCRONIZACIÓN

Controlar la época de la ovulación es extremadamente importante cuando se utiliza el semen congelado porque el tiempo entre la ovulación y la inseminación es crítico. La ovulación se puede también sincronizar en grupos para facilitar dicho manejo. Para entender la sincronización del estro, uno debe considerar que hay dos elementos esenciales en el proceso; control de la fase lutea y control del crecimiento del folículo<sup>16</sup>.

Comúnmente la administración de la prostaglandina se utiliza para inducir al estro a las yeguas y la gonadotropina corionica humana (siglas en ingles hCG) para medir el tiempo de la ovulación. Sin embargo, la ovulación dentro de las primeras 48 horas de la administración de hCG ocurre solamente cerca de un 85% del tiempo<sup>3</sup>.

La progesterona por sí sola no tiene efecto inhibitorio en la secreción de FSH. Por lo tanto, la asociación de progesterona y estrógenos es el tratamiento recomendado para la sincronización del estro en la yegua. Para estimular la ovulación, algunos autores reportan la inyección GnRH cuando el folículo preovulatorio alcanza más de 35 mm con resultados satisfactorios. Los progestágenos y la progesterona, aplicados mediante dispositivos intravaginales, han sido utilizados para controlar y sincronizar el estro en la yegua desde los años 70<sup>rs</sup> del siglo pasado, con tratamientos por 10 - 12 días; también se ha reportado el uso de esponjas intravaginales impregnadas con progestágenos o con progesterona natural<sup>11</sup>.

En algunos criaderos prefieren los partos al principio del año, lo que se puede lograr aplicándoles tratamientos de luz artificial, adicional a la del fotoperíodo natural, en la temporada de días con menor luminosidad. Con este tratamiento se adelanta la temporada de concepciones y, como consecuencia, las yeguas pueden parir en los primeros meses del año<sup>30</sup>.

Desde el año 1966, con los trabajos pioneros de Loy y Swann, se han hecho muchas investigaciones que han demostrado que la progesterona y sus análogos sintéticos son potentes inhibidores del estro y la ovulación<sup>11</sup>.

La progesterona se utiliza comúnmente en la yegua para hacerla que entre en estro un tiempo determinado. Esto se lleva a cabo suprimiendo el estro bastante tiempo para permitir la regresión natural del cuerpo luteo (CL). En el caso de la duración más corta del tratamiento, el CL si permanece se destruye con una dosis de la prostaglandina PGF2 $\alpha$ . Cerca de 3 - 5 días después de que concluya cualquier período de tratamiento, la yegua entra en estro (calor). Sin embargo la progesterona no se puede utilizar en yeguas con infecciones uterinas ni tampoco con yeguas que se encuentren en anestro ósea que se encuentran en temporada invernal<sup>21</sup>.

## TÉCNICA

Los progresos que hicieron a la inseminación artificial biotecnología animal más importante aplicada hasta la fecha para incluir una mejora en métodos de colección de semen, evaluación, preservación del mismo, y de inseminación. La detección del estro y el control del ciclo estral en la hembra también son importantes. El desarrollo de la inseminación artificial es una historia notable de los trabajadores incansables dedicados a la búsqueda del conocimiento, al reemplazo de la ficción con hechos, y el uso. El ganado lechero es acentuado porque la inseminación artificial ha tenido el impacto genético más grande en esta especie. Las otras especies pero en menor importancia incluye los cerdos, los caballos, las ovejas, las cabras, los perros, los conejos, las aves de corral, y especies puestas en peligro de extinción<sup>6</sup>.

Según los estudios de los Criaderos Nacionales Franceses (De lo que va del presente siglo), el tanto por ciento de fertilidad, según el método de cubrición empleado, es el siguiente:

Posición	Fertilización con	% Obtenido
1	Monta natural	57 %
2	Semen fresco	53 a 55 %
3	Semen congelado	46 a 49 %

Cuadro 2: Comparación de las técnicas para la preñez en yeguas.

En la evaluación de una yegua para reproductora, es importante saber: *Historia general incluye: edad, pruebas serológicas, historia de las vacunaciones, instalaciones en donde esta la hembra, alimentación, historial médico, historia quirúrgica, pérdida o aumento del peso. Historia reproductiva debe incluir: edad en el primer calor, fechas del calor, la edad del primer parto, fecha al parir, fecha del parto anterior, partos anormales o asistidos, número de partos, embarazo anormal, patrón de crianza del ciclo del año anterior, número de los servicios para concebir, evidencia de la descarga vaginal, producción de leche, método para preñar (monta natural, inseminación artificial o transplante de embriones), características de la cría<sup>29</sup>.*

El tiseo o recelado es el método más adecuado de detectar el estro o calor. Dicha técnica es la observación del comportamiento de una yegua ante la presencia de un tiser o caballo recelador que es un caballo entero con buen libido o bien un caballo vasectomizado el cual interactúa con la yegua para estimularla a mostrar los signos externos de calor. Una yegua en calor muestra interés y aceptación hacia el tiser, no lo pateo, se trata de recargar contra él, levanta la cola y la mantiene inmóvil, separa los miembros posteriores, contrae y relaja los labios vulvares, revierte el clítoris (espejeo) y orina. Por el contrario, una yegua que no esté en calor, al acercársele el tiser se muestra agresiva: echa las orejas para atrás (no en todos los casos) y lo

trata de morder y patear o manotear. Es importante tener en cuenta que cada yegua es un caso individual. Algunas yeguas muestran el calor inmediatamente, mientras que otras requieren un poco más de tiempo y en un inicio rechazan al tiser, pero terminan mostrando el calor. Algunas lo muestran en presencia de otras yeguas; otras no muestran el calor cuando tienen un potrillo a su lado, etc. Es muy importante y además valioso conocer el comportamiento de cada animal cuando está en calor y cuando no lo está. Las yeguas primerizas, nuevas en la explotación o que no se conozcan bien se deben tisear con más detenimiento y paciencia<sup>9, 29</sup>.

La mayoría de la inseminación artificial en equinos se hace con el semen fresco, usándose dentro de las primeras 48 horas pos colección<sup>6</sup>.

Los índices de preñez de las yeguas inseminadas con semen congelado son más bajos que con semen fresco<sup>9</sup>.

La evaluación del semen se realiza semejantemente a la evaluación del semen del toro. (Una vez realizada la recolección del eyaculado, debe conservarse en un recipiente con agua a 37°C para evitar los cambios de temperatura que afectan su calidad. La evaluación del semen se divide en dos partes: 1) examen macroscópico (volumen, color, olor, aspecto, pH) y 2) examen microscópico.<sup>6</sup>

El efecto del volumen en el éxito de la inseminación artificial sigue siendo confuso. En volúmenes pequeños debe reducir el número de las bacterias y del material extranjero introducidos en el útero<sup>28</sup>.

El volumen del inseminado tiene una amplia gama, comúnmente a partir 0.2 a 100 ml<sup>10</sup>.

Por cada 10 ml de semen, aproximadamente son 400 millones de espermatozoides<sup>4</sup>.

Los volúmenes de dosis de la inseminación artificial varían marcadamente, dependiendo de la concentración, de la técnica y de la motilidad del esperma. Los volúmenes de la inseminación artificial están generalmente entre 5 y 50 ml cuando se utiliza el semen fresco o congelado. Muchos sistemas de empaquetado existen para el semen congelado, el volumen de la paja que se extiende a partir de 0.5 a 10 ml<sup>28</sup>.

Las células espermáticas son viables en la zona reproductiva de la yegua por 24 a 36 horas mientras que el huevo es solamente fértil por cerca de 6 horas. Así, la época de la crianza es crítica asegurar que hay espermatozoides vivos para fertilizar el huevo sobre su lanzamiento<sup>17</sup>.

Por otra parte, los volúmenes grandes de la inseminación artificial que van de 100 y 200 ml redujeron las tarifas de preñez, comparadas con el volumen de 10 ml. Ha sido práctica común en algunas granjas de crianza infundir volúmenes grandes de suplementos que contenían antibióticos en el útero antes del servicio natural en una tentativa de diluir y de matar a bacterias urinarias dañosas. Rowley (1990) sugirió que esta práctica pueda disminuir realmente la fertilidad<sup>28</sup>.

Los espermatozoides son transportados rápidamente a los oviductos; sin embargo, solo un pequeño número de espermatozoides logran llegar al sitio de fertilización en el oviducto. La mayoría del eyaculado permanece en el útero y es evacuado por las contracciones uterinas y una respuesta inflamatoria aguda del útero. Las yeguas fértiles eliminan la inflamación dentro de las 24 a 36 horas después del servicio, mucho antes de que el embrión entre al útero en el día 5,5 después de la ovulación. Si la inflamación se prolonga puede ser altamente perjudicial para el endometrio<sup>12</sup>.

Las contracciones uterinas se requieren para el transporte de la esperma tan bien como para la eliminación del semen excesivo, de las bacterias y de los subproductos inflamatorios después de la inseminación. Una infusión de 80 ml de salino en el útero causó un aumento significativo en la amplitud y la duración de las contracciones en los cuernos uterinos,

infusiones de 10 o 150 ml de contracciones disminuidas salinas en los cuernos. El estímulo también mecánico de la vagina y de la cervix aumentó el número total de contracciones uterinas<sup>28</sup>.

El sitio estándar del depósito del semen es el cuerpo uterino, pero conjuntamente con el uso del semen sexo-clasificado y del semen en dosis baja la inseminación artificial profunda se ha adoptado. El semen se deposita en la extremidad del cuerno uterino lateral al folículo preovulatorio usando la dirección transrectal o en la papila de la ensambladura útero-tubal al usar el método histeroscopia<sup>10</sup>.

En la inseminación artificial en la extremidad del cuerno tiene la ventaja de evitar el transporte largo a través del útero, que los volúmenes muy pequeños del semen no pudieron hacer<sup>28</sup>.

La inseminación profundamente en el cuerno uterino se ha postulado para dar lugar a una endometritis más severa que la inseminación convencional, particularmente cuando la dosis de la inseminación es escasa baja. Sin embargo, han sugerido la inseminación uterina profunda del cuerno como los medios posibles de disminuir endometritis<sup>9</sup>.

Finalmente, el semen puede estar fresco usándose inmediatamente después de la colección o puede ser refrigerado permitiendo envíos hasta 48 horas, o puede ser puesto en nitrógeno líquido para ser congelado<sup>10</sup>.

Para llevar a cabo la recolección necesitamos de una yegua en celo o de un maniquí, una vez que el semental monta a la yegua, el pene es desviado hacia un lado y dirigido hacia la vagina artificial como se puede apreciar en la Figura 5.

Generalmente la vagina artificial se mantiene inmóvil, con su extremo distal elevado y apoyado contra la yegua o el maniquí, en algunos casos puede requerirse un estímulo adicional que puede aplicarse comprimiendo el

glande (efecto cervix), aplicando masajes o paños calientes en la base del pene o empujando la vagina hacia el caballo.

El uso de un maniquí en lugar de la yegua provee de una monta más estable y reduce la variabilidad de las condiciones entre las recolecciones, reduciendo además el riesgo de accidentes para los animales y los operadores. La utilización del maniquí requiere un periodo de entrenamiento. Inicialmente se coloca una yegua en estro junto al maniquí como estímulo sexual y tras varias recogidas y una vez que el macho asocia el maniquí con la monta y la eyaculación la hembra puede ser alejada y eventualmente se podrá prescindir de ella. Así como se observa en las Figuras 6 y 7.



Figura 5; Recolección de semen por desviación del pene con una yegua en celo.

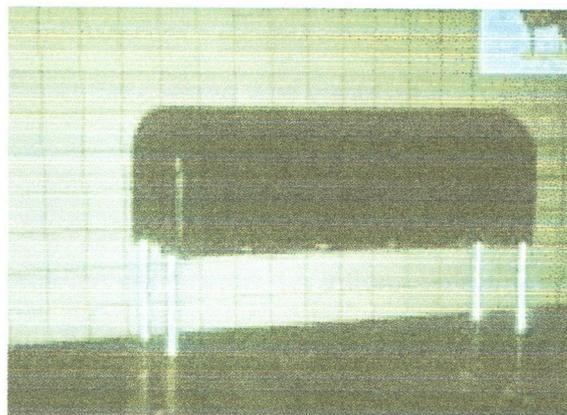


Figura 6; Maniquí para la monta artificial.



Figura 7; Ejecución de la monta al maniquí con la yegua en celo a un costado.

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Este sistema ha sido de gran ayuda en diversas especies domésticas, especialmente en vacunos, donde ha permitido un gran progreso genético tanto en producción de leche como de carne.

En los últimos años se ha perfeccionado y simplificado para usarse en caballos y, es así, que numerosas razas lo han adoptado en todo el mundo. La principal ventaja, de esta técnica, es el mejor aprovechamiento de los buenos sementales, en su detrimento, debemos de decir que si se abusa de algunos "supersementales" perderíamos en diversidad genética y acabaríamos con más problemas que ventajas.

También debemos de decir, que gracias a la inseminación artificial, esta mucho más accesible, para cualquier ganadero el cubrir sus yeguas con los mejores sementales del mundo. La influencia en el precio de los caballos es relativa, si bien es cierto que los sementales verdaderamente buenos, subirán sus precios y los mediocres perderán su función como sementales, ya que podemos acceder a cualquier semental y en cualquier parte del mundo (1).

## 1.- VENTAJAS EN GENERAL

- Permite el control de la paternidad de las crías, conociendo así su genética al 50%.
- Incrementa las posibilidades del conocimiento productivo de los machos, facilitando las llamadas pruebas de testaje (estudio de la descendencia de un animal para semental para saber si este es adecuado para la reproducción), permitiendo así la creación de un banco de esperma.
- Control y erradicación de enfermedades venéreas.
- Control de la sanidad del semen.
- Evita ciertos casos de esterilidad en hembras (aquellas de celo irregular, que no acepten al macho o con problemas físicos para la monta del macho)
- Tiempo de uso del semental. Al no tener que estar detrás de las hembras en las épocas de cubrición, el animal se fatiga menos y esta menos deteriorado.
- Desarrollo reproductivo de otros animales, como los de abasto.
- Mayor facilidad en la obtención de híbridos.

## 2.- DESVENTAJAS EN GENERAL

- Los debidos fundamentalmente al mal uso :
  - mala técnica.
  - falta de higiene en el material.
  - material deteriorado.
  - personal inexperto.
  
- Uso de animales de poco valor.
  
- Abuso en la utilización de los machos, que nos llevaría a una *consanguinidad elevada*.
  
- Estudio inadecuado del semen y del macho.
  
- Hembras poco receptivas a la inseminación artificial, al necesitar el estímulo natural.

## CONCLUSIONES

La actividad reproductiva del equino es la más baja de todos los animales domésticos controlados por el hombre. El promedio nacional para los potros vivos contra yeguas está levemente sobre 50 por ciento. Sin embargo, la intervención del hombre en el proceso de crianza ha desempeñado ciertamente un papel en la ineficacia reproductiva. Es interesante observar que las yeguas en poblaciones salvajes alcanzan a menudo 80 por ciento de eficacia. Una razón del funcionamiento reproductivo pobre es el hecho de que pocos criadores de caballos seleccionan sus animales para la reproducción. Los sementales y las yeguas de cría se seleccionan para sus actividades atléticas, para su pedigrí o para su belleza. Por lo anterior se constituyen el valor del caballo. Una yegua que tiene un gran valor por estos estándares, pero no es una reproductora eficiente, a menudo será guardada. Esto es un proceso costoso, y si ella tiene un descendiente, su ineficacia reproductiva se puede pasar a las generaciones futuras. Otro aspecto negativo de la manipulación del hombre es que procuramos con frecuencia criar yeguas fuera de su estación reproductiva natural<sup>24</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Antlla. 2005. Ventajas Y Desventajas. (En línea).  
<<http://www.spainsporthorses.com/spip.php?article12>>
- 2.- Ball, B. A.. 2004. Hysteroscopic And Low-Dose Insemination Techniques In The Horse; Recent Advances in Equine Reproduction. B.A. Ball (Ed.).
- 3.- Raga, N. D., Pierson R. A., Buss D. G., Card C. E.. 2001. Transrectal Tonometric Measurement Of Follicular Softening And Computer Assisted Ultrasound Image Analysis Of Follicular Wall Echotexture During Estrus In Mares. Aaep Proceedings. (47): 242-245.
- 4.- Boeta, M., Zarco. 1999. Utilización De Leche Descremada Ultrapasteurizada Como Diluyente De Semen Refrigerado De Burro, Destinado A La Inseminación De Yeguas". Departamento de Reproducción, FMVZ, UNAM. 04510 México, D. F.
- 5.- Cíntora, I. 2006. Anatomía Y Fisiología Del Aparato Reproductor De La Yegua. (En línea).  
<[http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?AREA=CAB&art=216](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?AREA=CAB&art=216)>
- 6.- Foote, R. H. 2002. The History Of Artificial Insemination: Selected Notes And Notables. American Society of Animal Science. All rights reserved.
- 7.- Gigli, I., Russo A., Agüero A. 2006. Consideraciones Sobre La Dinámica Ovárica En Equino, Bovino Y Camélidos Sudamericanos. Volumen 8, (1): 1514-6634.
- 8.- Güvenc, K., Reilas T., Katila T. 2004. Effect Of Frozen Semen On The Uterus Of Mares With Pathological Uterine Changes. Reprod. Nutr. Dev. (44): 243–250.
- 9.- Güvenc, K., Reilas T., Katila T. 2005. Effect Of Insemination Dose And Site On Uterine Inflammatory Response Of Mares. Theriogenology (63): 2504–2512.
- 10.- Katila, T. 2005. Effect Of The Inseminate And The Site Of Insemination On The Uterus And Pregnancy Rates Of Mares. Animal Reproduction Science (89): 31–38.
- 11.- Larocca, C., Saralegui G., Crispo M., Boggio Devincenzi J. C. 2006. Aplicación De Dispositivos Intravaginales Impregnados Con Progesterona Para La Sincronización Del Estro Y Ovulación En Yeguas Pura Sangre De Carrera. Revista Científica, FCV-LUZ (16): 1: 62 – 66.

- 12.- Leblanc, M. M. 2004. Endometritis Inducida Por El Apareamiento Continuo En La Yegua: Patogénesis, Diagnóstico Y Tratamiento. Recent Advances in Equine Reproduction, B.A. Ball (Ed.). Traducido por: M. G. Rivera Gaona.
- 13.- Littlefield, J. 2004. Equine Reproduction, Research And Education. (En línea) University of Arizona Equine Center in Tucson. The University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences. <[http://ag.arizona.edu/pubs/general/resrpt2004/article7\\_2004.pdf](http://ag.arizona.edu/pubs/general/resrpt2004/article7_2004.pdf)>
- 14.- Littlefield, J. 2005. Horse Breeding Efforts Focus On Preserving Trait. (En línea) University of Arizona Equine Center in Tucson. Joanne Littlefield. <<http://uanews.org/pdfs/10664.pdf>>
- 15.- Losinno, L., Aguilar J. 2002. Reproducción Y Biotecnologías En La Producción Equina. Cátedra de Producción Equina, Depto. Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. <[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)>
- 16.- Löfstedt, R. 2004. Rational Uses Of Hormones In Broodmares. <<http://people.upei.ca/lofstedt/opence/hormones.pdf>>
- 17.- Managing The Brood Mare. 1995. Clemson Extensión. Horse. <<http://www.clemson.edu/psapublishing/Pages/ADVS/LL26.pdf>>
- 18.- Mckinney, K. 2005. Effective Artificial Insemination Good Semen Characteristics And Breeding. Reproduction of Domestic Animals: (40): 310-329.
- 19.- Mellisho Salas, E. 2006. "Detección De Estro Y Sus Impostansia" Universidad Nacional Agraria La Molina. Curso: Reproducción Animal – Practica.
- 20.- Morel D. 2003. The Reproductive Anatomy of the Mare. CAB Internacional.
- 21.- Mottershead J. 2005. I Gave My Mare Progesterone (Or Regumate<sup>tm</sup>), But It Didn't Work. (En línea). <<http://www.equine-reproduction.com/articles/Progestin.shtml>>
- 22.- Ramírez L. 2006. El Ciclo Estral Y Menstrual. Mundo Pecuario, (2): 2: 30-31.
- 23.- Reproducción Animal. Fisiología Sexual. Testículos. Espermatogénesis (Esperma). Órganos Copuladores. Ovocitación (Ovarios). Embarazo. Parto. (En línea) <<http://html.rincondelvago.com/aparato-reproductor.html>>

- 24.- "Reproductive Tract of the Mare". (En línea)  
<<http://www.hullhorsehaven.com/mareanatomy.html>>
- 25.- Romero Rojo, J. M. 2006. Apareamiento Y Cuidados De La Yegua Durante La Gestación. (En línea)  
<[http://mascotanet.com/caballos/medicina\\_prev/05\\_gestacion\\_1.htm](http://mascotanet.com/caballos/medicina_prev/05_gestacion_1.htm)>
- 26.- Sellnow, L. 2000. Short Cycling Mares. (En línea).  
<<http://www.anslab.iastate.edu/Class/AnS415/Mare%20Articles.pdf>>
- 27.- Siemea, H., Bonkc A., Hamannnd H., Klugc E., Katila T. 2004. Effects Of Different Artificial Insemination Techniques And Sperm Doses On Fertility Of Normal Mares And Mares With Abnormal Reproductive History. *Theriogenology* (62): 915–928
- 28.- Sinnemaa, L., Järvimaa T., Lehmonen N., Mäkelä O., Reilas T., S. Sankaris., Katila T. 2005. Effect Of Insemination Volume On Uterine Contractions And Inflammatory Response And On Elimination Of Semen In The Mare Uterus – Scintigraphic And Ultrasonographic Studies. *J. Vet. Med. A* (52): 466–471.
- 29.- The Mare: Breeding Soundness Examination & Reproductive Anatomy. (En línea) Equine Section, Department of Animal Sciences. University of Kentucky College of Agricultura.  
<<http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/extension/pubpdfs/asc116.pdf>>
- 30.- Vázquez-Dueñas, S., Escobar-Medina F. J., Federico De La Colina-Flores F. C., Hayden-Valles S. 2004. Comportamiento Reproductivo De Yeguas Pura Sangre Inglés En Un Criadero Con Partos Al Principio Del Año. *Rev Biomed* (15): 1: 27 – 31.
- 31.- Wilde, R. Oscar., de la Vega C. 2002 Adolfo y Cruz L. María. Uso De Un Dispositivo Intravaginal Para El Control Del Estro En Yeguas. *Zootecnia Trop.*, 20 (4) : 483-492.