

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS



## MANUAL DE REPRODUCCIÓN EN EQUINOS

CD INTERACTIVO QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO  
Y ZOOTECNISTA PRESENTAN:

PMVZ MARIA ALEJANDRA SÁNCHEZ POSADAS  
PMVZ LUIS IGNACIO PALACIOS QUEZADAS

DIRECTOR:

MVZ CERT. JORGE ADALBERTO PLASCENCIA BOTELLO

ASESOR:

LM ELIZABETH PLASCENCIA AYALA

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, julio de 2005

## CONTENIDO

|                             | Pág. |
|-----------------------------|------|
| 1.- Introducción.....       | 1    |
| 2.- Justificación.....      | 5    |
| 3.- Objetivos.....          | 6    |
| 4.- Material y Métodos..... | 7    |
| 5.- Guión.....              | 8    |
| 6.- Evaluación.....         | 113  |
| 7.- Bibliografía.....       | 114  |

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el estudio de la reproducción equina por el Médico Veterinario Zootecnista, ha tomado mayor relevancia debido a que se están utilizando nuevas técnicas para obtener un mejor índice reproductivo. La reproducción es un proceso fisiológico complejo, ya que para poder entender el funcionamiento y llevar a cabo un buen manejo del sistema reproductor de la hembra y el macho, es necesario tener el conocimiento de las características morfológicas de los órganos que conforman este sistema, para facilitar su estudio, se dividió en dos partes:

### Hembra

1) Órganos internos de reproducción que están conformados por; ovarios, oviductos, cuernos uterinos, útero, cérvix, vagina, vestíbulo.

2) Órganos externos de reproducción conformados por la vulva. (McKinnon A. Voss J, 1993).

La yegua es un animal poliéstrico estacional, debido a que presenta un mayor porcentaje de ciclos estruales fértiles regularmente durante una época específica (abril a octubre), por la influencia de las estaciones del año. (Real Venegas, 1990).

Esta es una forma natural de prevenir, que sus crías nazcan en una época del año donde las condiciones climáticas son malas. Después de esta estacionalidad, se presenta un periodo variable de anestro o inactividad ovárica que puede durar entre 2 a 5 meses. Estas irregularidades que se presentan en el ciclo estrual de la yegua, están

íntimamente relacionadas a las horas luz del día, presentes en las diferentes estaciones del año (fotoperiodo).

La yegua responde a la disminución de las horas luz al alargar el periodo de sus ciclos de actividad ovárica. Posteriormente responde lentamente a un aumento de las horas luz al restablecer y acortar sus periodos de actividad ovárica cíclica en la primavera. Estos ciclos son controlados por el sistema hormonal de la yegua.

Otro factor importante como el clima y la nutrición influyen sobre la actividad ovárica de la yegua. (Rossdale, 1990).

Es importante entender que hay una estrecha conexión del sistema de retroalimentación entre muchas de las hormonas reproductivas presentes en la yegua y el macho. (Boeta, Zarco). En el macho el examen reproductivo que se debe de realizar, no solo se debe evaluar las características del semen, sino también el estado físico general del garañón y la habilidad y condición para llevar a cabo la monta. El conocer la estructura y como funciona cada uno de los órganos del sistema reproductivo del macho nos lleva a optimizar al garañón y por ende tener éxito en el ámbito reproductivo.

Al igual que en la yegua, en el macho los órganos del aparato reproductivo se dividen en dos partes:

- 1) Órganos internos que se conforman por testículos, epidídimo, conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata y glándulas bulbo uretrales.
- 2) Órganos externos conformados por escroto y pene.

Las funciones de los órganos reproductivos del macho al igual que el de las hembras, están controladas por el sistema neuroendocrino. Este sistema incluye grupos especializados de células nerviosas y tejidos endocrinos encargados de producir las hormonas, que llegaran por sangre hacia su órgano blanco. El transporte de los espermatozoides del testículo a través del epidídimo y el conducto deferente, el proceso de erección, emisión y eyaculación, son funciones que están controlados por el sistema nervioso autónomo. (McKinnon A. Voss J, 1993).

Para obtener buenos resultados en el área de reproducción, exclusiva del Médico Veterinario Zootecnista, es necesario tener los conocimientos básicos, como es la anatomía, fisiología y ciclos reproductivos tanto del macho como la hembra, así como conocer las técnicas utilizadas en la detección de celos, ovulación, tipo de montas, inseminación artificial y diagnóstico de gestación.

El éxito o fracaso de la reproducción equina, también se obtiene al detectar a tiempo algunas anomalías y patologías del tracto reproductivo.

Las enfermedades de transmisión sexual en caballos pueden ser categorizadas como bacterianas, virales y parasitarias. Dependiendo del sexo de cada individuo afectado pueden ser clínicas y subclínicas. (McKinnon A. Voss J, 1993).

En las yeguas las técnicas clínicas que pueden ser usadas en el diagnóstico de diferentes patologías incluyen la observación del comportamiento, examen clínico, palpación rectal, ecografía transrectal, análisis hormonal y biopsias. (Nie GJ, 1993).

En los machos, una serie de factores asociados con la baja fertilidad, como el manejo inadecuado del semental, infecciones, cuadros febriles, tumores, traumatismos, comportamiento o alteraciones endocrinas. Gran parte de estos problemas pueden ser diagnosticados y tratados apropiadamente (Douglas RH, 1992).

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las tendencias de enseñanza se orientan al fortalecimiento de la competencia, conocimientos y valores fundamentales para aprender.

Estas tendencias identifican los avances tecnológicos como un valioso recurso capaz de acompañar a la enseñanza de distintas materias en cualquier etapa educativa, lo que indiscutiblemente reclama una revolución en docencia en la enseñanza universitaria, para poder aprovechar los beneficios que nos ofrece la computadora.

Debido a que en el CUCBA, no existe suficiente material de esta índole, que auxilie en el aprendizaje de los alumnos y facilite la comprensión de los aspectos relacionados con la reproducción equina se elaboró el presente CD interactivo con el cual se pretende facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje en las asignaturas de reproducción, clínica y producción de equinos.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

Elaborar un CD interactivo para facilitar el proceso enseñanza aprendizaje en el área de reproducción en equinos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El manual se realizó con base en la recopilación de información de primera fuente como son: artículos científicos y libros referentes al tema respaldado con fotografías, videos, gráficos y esquemas.

Las imágenes de anatomía, fisiología y algunas patologías, fueron digitalizadas y modificadas del libro *Equine Reproduction* (McKinnon y Voss) y del libro *The equine oestrous cycle and pregnancy in vision* (L.K. Kruit). La información de artículos y libros se tradujeron y se capturaron con el programa Word.

Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Sony P72 y los videos se filmaron con una cámara Handycam formato Hi 8, en un rancho particular, y en una clínica especializada en equinos. Las imágenes de ultrasonido fueron cortesía del MVZ. Javier de la Peña.

Las gráficas y esquemas fueron hechas en los programas Paint y Power Point de Windows Xp. Todo el material que se capturó, se le dio un formato en el programa Director y se presentó en CD ROM.

## GUIÓN

### HEMBRA

#### 1. ANATOMIA.

La reproducción es un proceso fisiológico complejo. Para poder entender el funcionamiento y llevar a cabo un buen manejo del sistema reproductor de la yegua, es necesario tener el conocimiento de las características morfológicas de los órganos que conforman este sistema. Lo cuál nos permitirá conseguir mejores resultados productivos en la cría caballar. Para facilitar su estudio, es posible dividirlo en dos partes, órganos de la reproducción internos que están conformados por ovarios, oviductos, útero, cérvix, vagina y vestibulo y órganos de la reproducción externos conformados por la vulva.

Fig.2.- A. Vista frontal de los órganos reproductivos de la hembra con la masa intestinal removida.

#### 1.1 Órganos internos.

##### OVARIOS

Los ovarios son los órganos principales que intervienen en la reproducción. Anatómicamente están situados por debajo de la cuarta o quinta vértebra lumbar, tienen forma de alubia o de riñón, con una prominente fosa de ovulación que mide de 0.5 – 1 cm y localizada en el borde libre o ventral. El ovario izquierdo se encuentra caudal al derecho, el cual se encuentra 15 cm. arriba del riñón correspondiente, aunque esta

distancia puede variar. El tamaño de los ovarios varía según edad, raza, alzada y etapa reproductiva de la yegua.

En la yegua adulta cada ovario pesa aproximadamente 50 – 75 g y tiene 6 – 7 cm. de longitud y 3 – 4 cm. de anchura. En estos órganos histológicamente se distinguen dos porciones: corteza y médula.

En la yegua los ovarios presentan en su parte externa la zona medular y en su parte interna la corteza o zona productora de gametos. La médula está constituida por un tejido conjuntivo fibroso laxo que contienen numerosos vasos sanguíneos, linfáticos y nerviosos, está recubierta por una membrana serosa que forma parte del peritoneo visceral y sostenidos por el mesovario que forma parte del ligamento ancho, manteniéndolos unidos al útero.

El interior de los ovarios está constituido por epitelio germinativo y por numerosos folículos que aparecen en diferentes fases de desarrollo de acuerdo a la etapa reproductiva presente. La función principal de los ovarios es la de producir ovocitos, pero también son glándulas que realizan funciones endocrinas como la producción de hormonas esteroideas como estrógeno y progesterona, hormonas glicoprotéicas como la inhibina, así como diferentes factores de control intraovárico, como la folículoestimulina y los factores de crecimiento parecidos a la insulina. Y también tienen la función como glándulas exócrinas al producir y liberar óvulos. Después de la ovulación se forma el cuerpo hemorrágico, el cual da origen al cuerpo lúteo.

## OVIDUCTOS

Son dos conductos sinuosos de 20 a 30 cm de largo, suspendidos en el mesosálpinx, que se extienden desde la punta del cuerno uterino (unión útero-tubárica) hasta las proximidades del ovario. Los oviductos pueden dividirse en cuatro segmentos funcionales:

*Las fimbrias*, en forma de olán; *el infundíbulo*, abertura en forma de embudo cerca del ovario, el cual cubre la fosa ovulatoria; la *ampolla*, dilatada y más distal; y el *istmo*, la porción proximal estrecha del oviducto, que conecta éste con la luz uterina, a través de una pequeña abertura terminada en una papila.

Están formados por una capa externa fibroserosa, una capa intermedia de fibras musculares lisas y una capa interna mucosa. La función de los oviductos es la de transportar al óvulo del ovario hacia el cuerno uterino, reserva y liberación de espermatozoides capacitados para mantener una población constante en el sitio de fecundación, y proporciona un medio óptimo para la unión de los gametos y para el desarrollo inicial del embrión, la cual ocurre en la unión istmo – ampular.

Fig.24.- Diagrama compuesto, hecho a base de cortes histológicos del tercio medio del oviducto.

## ÚTERO

Es un órgano hueco muscular de pared gruesa que ocupa un lugar central en la pelvis, y consta de dos astas (también llamadas cuernos uterinos con una longitud de 20 – 25 cm.), un cuerpo (28 – 20 cm.) y un cuello uterino o cérvix (5 – 7 cm.).

Ambos lados del útero están unidos a la pared pélvica y abdominal por el ligamento ancho, que se divide en tres porciones principales: el mesometrio, del cual se suspenden los cuernos uterinos, el mesosálpinx, que sostiene al oviducto, y el mesovario, del cual cuelgan los ovarios.

La pared del útero consiste de una membrana mucosa interna (endometrio), una capa intermedia de músculo liso (miometrio) y una capa serosa externa (perimetrio). El endometrio y sus fluidos tienen participaciones importantes en el proceso reproductivo. Facilita el transporte de espermatozoides desde el sitio de eyaculación hasta el sitio de fecundación en el oviducto. Regulación y funcionamiento del cuerpo amarillo y el inicio de la implantación, preñez y parto.

Las contracciones del miometrio participan en el transporte de espermatozoides, y en el momento del parto facilitan la expulsión del producto y las membranas placentarias, así como también influyen para que se produzca la involución uterina después del parto.

Fig.3.- Corte histológico de la sección transversal del cuerno uterino.

## CÉRVIX

Es una estructura parecida a un esfínter que se proyecta caudalmente hacia el interior de la vagina. Es un órgano fibroso formado predominantemente por tejido conjuntivo y sólo pequeñas cantidades de tejido muscular liso. El cérvix de la yegua no tienen los anillos transversales que son característicos en otras especies, por lo que su luz comunica en línea recta la vagina con el cuerpo del útero.

La mucosa del cérvix tienen una gran cantidad de células especializadas en la producción de moco, el cual tiene la capacidad de cambiar sus características de acuerdo al ambiente endocrino, de tal forma que durante el estro actúa como lubricante para facilitar el paso del pene durante la cópula, facilita el transporte de espermatozoides por el moco cervical hacia la luz del útero, actúa como depósito de espermatozoides y puede participar en la selección de espermatozoides viables, impidiendo de este modo el transporte de células espermáticas no viables y defectuosas, mientras que durante el diestro o la gestación el cérvix produce moco pegajoso y espeso que actúa como una barrera física en el canal cervical.

Esta estructura se encuentra perfectamente cerrada durante el diestro, el anestro estacional y la gestación, pero tiene la capacidad de dilatarse en el estro y también durante el parto.

Fig. 4.- Cambios en el cérvix durante el ciclo estroal.

## **VAGINA**

La vagina se extiende desde el cérvix hasta la vulva. Se divide en vagina propia y vestibulo de la vagina. El himen separa ambas porciones y se halla justo delante de la zona donde la uretra desemboca en el conducto reproductor. Caudalmente la vagina es seguida por el cérvix, cuyo orificio externo protuye hacia la luz vaginal formando el fornix, alrededor del cual se forman fondos de saco.

La mucosa carece de glándulas consta de una capa de tejido conjuntivo laxo, cubierto por un epitelio estratificado, fibras musculares longitudinales y circulares están rodeadas por una advertencia fibrosa. La vagina es el órgano copulatorio de la yegua, que también sirve como conducto para las secreciones del cérvix, endometrio y oviducto. También forma parte del canal de parto.

## **VESTÍBULO DE LA VAGINA**

Es la parte que forma la unión entre la vulva y la vagina, que tiene una pequeña y estrecha pared dorsal, una longitud de 10 – 12 cm, tiene una inclinación ventral que se extiende hacia los labios vulvares, justo después del arco isquiático. A nivel de la unión entre el vestibulo y vagina se encuentra el orificio externo de la uretra, el cual desemboca en el piso del vestibulo.

El vestibulo es una estructura formada por una membrana mucosa, epitelio escamoso estratificado, una lámina de suaves fibras musculares que se encuentran debajo de la lámina propia. La última parte está constituida por fibras elásticas, nódulos

linfáticos y glándulas vestibulares que se extienden a lo largo de cada lado. Esta estructura es una barrera para evitar la entrada de contaminantes externos.

Fig. 1.- Vista izquierda lateral del tracto reproductivo de la yegua con los intestinos *in situ*. La pared abdominal y parte de la pelvis izquierda fueron removidas.

## 1.2 ÓRGANOS EXTERNOS DE REPRODUCCIÓN

La vulva es la parte terminal del aparato reproductor, la cual se encuentra proyectada caudalmente sobre el arco isquiático por debajo del ano. Es una hendidura vertical que tiene de 10 – 12 cm. de longitud que está compuesta por dos labios y el clítoris.

Los labios vulvares están cubiertos por un músculo suave y delgado, el cual se encuentra provisto de glándulas sebáceas y sudoríparas. Por debajo de la piel pigmentada por la gran cantidad de glándulas, se encuentra una capa de músculo estriado, que es el encargado de la relajación y contracción de los labios generando así la eversión del clítoris, mejor conocido como espejeo vulvar, seguido de la orina o fluidos vaginales durante el estro, que un signo característico de la yegua para mostrar la receptividad del macho. Los tejidos que forman los labios vulvares también permiten que estos tengan una gran expansión durante el parto.

El clítoris es el órgano homólogo al pene del macho, que se encuentra situado dentro de la comisura ventral de los labios vulvares y está constituido por tejido eréctil.

Fig. 5.- Vista de la vulva y el vestíbulo a través de los labios vulgares.

### **1.3 RELACIÓN VASCULAR Y NEURONAL DEL TRACTO REPRODUCTIVO**

#### **SUMINISTRO ARTERIAL Y DRENAJE VENOSO**

El ovario es irrigado, por una rama de la arteria ovárica, que pasa ventrolateralmente de la aorta abdominal. Una pequeña rama uterina de esta arteria forma anastomosis con la rama craneal de la arteria uterina, que es la principal fuente de sangre para el útero, descendiente de la arteria iliaca externa.

Estos vasos también llevan sangre a los oviductos y a la parte craneal del cuerno uterino. La rama caudal de la arteria uterina forma anastomosis con la rama uterina de la arteria vaginal (viene de la arteria pudenda interna), provee la sangre a la parte caudal del cuerno uterino y el cuerpo del útero. La sangre del ovario es drenada a través de una gran cantidad de pequeñas venas que convergen desde la rama ovárica de la vena ovárica. Mientras que las venas satélite acompañan a las arterias. El principal drenaje venoso es por vía de la vena ovárica interconectando venas desde el ovario y la parte craneal del útero, forman un extenso plexo útero – ovárico.

El principal suministro de sangre de la parte caudal del tracto reproductivo viene de la arteria pudenda interna. Una pequeña rama de la arteria umbilical cursa craneal a lo largo del uréter dentro del ligamento ancho. La primera parte de la rama uterina de la arteria vaginal, irriga a la vagina, y su rama vestibular irriga el resto de la vagina y pasa

ventral al vestíbulo. La rama siguiente, la arteria ventral perineal, aporta una rama dorsal a los labios vulvares y ocasionalmente manda una al bulbo vestibular.

Una segunda fuente de irrigación sanguínea de esta región, que es la arteria obturadora, pasa por la raíz del clítoris. Las venas satélites llevan la sangre de la parte caudal del tracto reproductivo. Las venas que pasan por el clítoris se comunican con el bulbo vestibular.

Fig. 9.- Vista dorsal de las relaciones vasculares de los vasos del ovario y el cuerno uterino.

### **DRENAJE LINFÁTICO**

El flujo linfático de los ovarios, oviductos y útero va hacia los linfonódulos aórticos lumbares. Los vasos linfáticos del útero, vagina y vulva son aferentes a los nódulos iliaco- mediales. Un linfonódulo aparece ocasionalmente en el ligamento ancho.

### **INERVACIÓN**

Los plexos renal, aórtico, uterino y pélvico, llevan fibras simpáticas hacia los ovarios, oviductos, útero y vagina. Los nervios pudendo y caudal rectal (derivados del tercero y cuarto nervios sacros) inervan los músculos del vestíbulo y vulva. Ambos contribuyen a la formación de los nervios perineales superficiales, los cuales emergen ventrolateralmente del ano e inervan a los labios.

## **2. ENDOCRINOLOGÍA**

Las hormonas del hipotálamo, hipófisis, ovario y útero, controlan los cambios dinámicos en el tracto genital y comportamiento sexual a través de interacciones complejas.

Fig. 35.- Relación hipotálamo-hipófisis.

### **HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS (GnRH)**

Es un decapeptido secretado por el hipotálamo, el cual tiene la capacidad de modular la actividad reproductiva de acuerdo a los cambios del fotoperiodo. Al principio del año la estimulación de la glándula pineal por la luz, causa una reducción en la secreción de melatonina, lo cual permite que la GnRH sea secretada por el hipotálamo, lo cual permite la estimulación de la producción de otras hormonas (FSH, LH).

En las yeguas que se encuentran en anestro, la GnRH es secretada de una manera pulsátil, con un largo periodo entre secreciones, lo cual hace que los niveles sanguíneos de la hormona no puedan ser detectados. Durante el estro la secreción es continua, con pulsaciones que incrementan cada 2 horas a 2 veces por hora. Durante el diestro la secreción se mantiene cada 2 horas.

## **HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE (FSH)**

La gonadotropina FSH es una glicoproteína que contienen 2 subunidades  $\alpha$  y  $\beta$  secretada en respuesta a la secreción de frecuencias intermedias de GnRH.

La FSH es una hormona indispensable para el desarrollo folicular, participando con mayor importancia en el crecimiento de folículos pequeños y medianos, que a su vez estimulan la producción de estrógenos (mediante la inducción de la enzima aromatasas), actuando junto a la LH, estimulando la mitosis de la célula de la granulosa, secreción de líquido folicular y síntesis de receptores de LH.

La FSH estimula la secreción folicular de inhibina. La secreción de FSH durante el ciclo estral es bifásica, con una elevación de 10 a 12 días de intervalo, produciendo su elevación más alta en la etapa final del estro, anterior a la ovulación y otra elevación en la concentración ocurre en la mitad de la fase lútea, 10 días antes de la siguiente ovulación. Los picos de FSH coinciden con las oleadas del crecimiento folicular.

La primera oleada ocurre durante el diestro, no favoreciendo la ovulación debido a las bajas concentraciones de LH. Durante la segunda oleada de esta hormona, hay la formación de un folículo dominante, el cual logra la ovulación.

Los niveles más bajos de FSH aparecen durante la primera etapa del estro debido, a la presencia de un folículo muy grande activo, formado durante el diestro, el cual produce cantidades importantes de inhibina, la cual no permite la secreción de

FSH , pero no la de LH. Esta hormona evita que el estímulo gonadotrópico llegue a otros folículos, y suprime su desarrollo.

El folículo puede seguir creciendo aún en la ausencia de FSH, debido a que ya tiene receptores de LH, la cual es la encargada de participar en el crecimiento y maduración final del folículo, así como la ovulación.

### **HORMONA LUTEINIZANTE (LH)**

La LH es una glicoproteína constituida por dos subunidades  $\alpha$  y  $\beta$ , secretada por células especializadas de la hipófisis anterior.

La LH es secretada en presencia de frecuencias intermedias o altas de secreción de GnRH. Las concentraciones de LH son muy bajas durante la mitad de la fase lútea, incrementando solo unos días antes del comienzo del estro y alcanza su pico durante el día de la ovulación o poco tiempo después, para enseguida descender a los niveles iniciales, durante los días siguientes. La duración de la LH en la yegua y su oleada ovulatoria es considerada mas larga que en la mayoría de otros animales. La LH como su nombre lo indica, es la hormona que mantiene el control en el desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo, lo cual hace que trabaje junto con la FSH para alcanzar la maduración folicular final y la ovulación.

Fig. 12.- Diagrama de los perfiles hormonales en plasma sanguíneo.

## **ESTROGENOS**

Son producidos por folículos ováricos en crecimiento. El principal estrógeno folicular es el estradiol  $17 - \beta$ , el cual se secreta en respuesta a la estimulación de LH y FSH. El pico máximo de la producción de estradiol se alcanza durante el estro 1 o 2 días antes de la ovulación. Las elevadas concentraciones de estrógenos presentes durante el estro son los responsables de la receptividad sexual y de los cambios del tracto genital, preparando el medio adecuado para permitir la fertilización. Los niveles de estradiol comienzan a disminuir poco antes de la ovulación por efecto de la luteinización iniciada por la LH. Las concentraciones de estradiol bajan a niveles basales 1 o 2 días después de la ovulación, permaneciendo bajos durante todo el diestro, aunque pueden presentar elevaciones temporales que coinciden con la primera oleada de desarrollo folicular.

Fig. 11.- Estructura química de los estrógenos encontrados en los equinos.

## **PROGESTERONA**

Durante el estro las concentraciones de progesterona permanecen por debajo de 1 ng/ml. Después de la ovulación, al iniciar la formación del cuerpo lúteo, comienzan a elevarse los niveles de progesterona, alcanzando su máximo a los 6 días y permaneciendo altos durante la fase lútea (6 -10 ng /ml), hasta la regresión del cuerpo lúteo en el día 16 o 15 post-ovulación. La progesterona inhibe la conducta de estro y prepara al útero para recibir y mantener la gestación.

Fig. 10.- Perfil hormonal de la progesterona en la yegua.

## **INHIBINA**

El principal papel de esta hormona es la inhibición de la secreción de FSH, por lo que indirectamente regula el crecimiento folicular.

## **PROSTAGLANDINA F2alfa (PGF2 $\alpha$ )**

En la yegua el CL es destruido por la liberación de prostaglandinas uterinas que se secretan entre el día 13 y 16 post-ovulación. El momento en que se secreta la PGF2 $\alpha$  está controlado por complejas interacciones entre concentraciones de progesterona, estrógenos y oxitocina. La prostaglandina es secretada en forma pulsátil, y en el animal gestante se bloquea esta secreción con el objeto de que el CL se mantenga hasta después del día 5.

Además de sus efectos sobre el CL, la PGF2 $\alpha$  induce las contracciones uterinas por lo que juega papeles importantes en el transporte espermático, en el parto e involución uterina. Las prostaglandinas en la yegua, llegan al ovario a través de la circulación sistémica.

## **3. FISILOGIA DE LA REPRODUCCIÓN DE LA YEGUA**

La yegua es un animal poliéstrico estacional, debido a que presenta un mayor porcentaje de ciclos estrales fértiles durante una época específica (abril a octubre), por

la influencia de las estaciones del año. Esta es una forma natural de prevenir, que sus crías nazcan en una época del año donde las condiciones climáticas son malas.

Después de esta estacionalidad se presenta un periodo variable de anestro o inactividad ovárica que puede durar entre 2 a 5 meses. Estas irregularidades que se presentan en el ciclo estral de la yegua, están íntimamente relacionadas a las horas luz del día, presentes en las diferentes estaciones del año.

La yegua responde a la disminución de las horas luz al alargar el periodo de sus ciclos de actividad ovárica. Posteriormente responde lentamente a un aumento de las horas luz al restablecer y acortar sus periodos de actividad ovárica cíclica en la primavera. Otros factores como el clima o la nutrición influyen sobre la actividad ovárica de la yegua. Estos ciclos son controlados por el sistema hormonal de la yegua, el cual responde al incremento o detrimento de la duración de la luz del día (fotoperiodo), durante el comienzo de la primavera u otoño, el cual estimula la glándula pineal.

Es importante entender que hay una estrecha conexión del sistema de retroalimentación entre muchas de las hormonas reproductivas presentes en la yegua, el cuál alterará los niveles o la presencia de algunas hormonas, así como los niveles de otras hormonas incrementan o decrecen.

Imagen 2.- Gráfica de las etapas del ciclo estrual durante el año.

### 3.1 CICLO ESTRUAL

La edad promedio en que las potrancas entran a la pubertad es entre los 12 y 15 meses de edad, de acuerdo con la raza, condiciones ambientales y nutrición principalmente. Una vez llegada la pubertad, la potranca comienza a mostrar celo, con base en su ciclo rítmico. El ciclo estral es el intervalo que existe entre una ovulación y otra, que coincide con el estro y/o una baja concentración de progesterona ( $< 1 \text{ ng / ml}$ ); para efectos prácticos el ciclo estral en la yegua se divide en dos etapas: el estro y el diestro.

La fase folicular o periodo de estro comprende los días durante los cuales la yegua muestra en su comportamiento los signos del celo; el foliculo experimenta un crecimiento rápido y finalmente ovula. El periodo del diestro es la fase luteínica del ciclo posterior a la ovulación. La ovulación es un evento específico que ocurre en un corto tiempo (minutos), el cual puede ocurrir ocasionalmente durante el diestro, cuando la concentración de progesterona es elevada y los signos de comportamiento estral están ausentes (calor silencioso).

La duración media del ciclo estral es de 21 días, con un rango de 19 a 22 días.

El porcentaje de la duración del diestro y estro son de 14 a 15 días y 5 a 7 días respectivamente.

Imagen 3.- Gráfica que muestra los días de ovulación durante el ciclo estral.

Imagen 9.-Gráfica que muestra los perfiles hormonales durante el ciclo estral

### 3.1.1 ESTRO

La duración del estro es de 5 a 7 días, sin embargo puede variar de 2 a 9 días. Los periodos estruales largos de 18 días o más tienden a presentarse cuando principia o termina el anestro. En los meses primaverales, a medida que disminuye la duración de estos periodos de mayo a julio, mejoran las condiciones de concepción.

Durante la fase folicular, la luz que pasa a través de la retina, el descenso de progesterona circulante ( $< 1$  ng/ml) y otros factores provocan que la hipófisis anterior libere FSH, la cual determina el desarrollo folicular en el ovario. Los folículos en desarrollo y las células granulosas del ovario producen estrógenos en forma creciente, los cuales propician el desarrollo del endometrio, activando en la hipófisis la producción de LH y estimulan los signos de receptividad sexual que presenta la yegua durante este periodo.

Los niveles de LH aumentan rápidamente y al alcanzar su máximo circulante provocan la ovulación por ruptura del folículo maduro y el consiguiente desarrollo del Cuerpo Lúteo (CL). La ovulación en la yegua suele producirse entre 24 y 48 horas antes de terminado el estro.

Imagen 4.- Graficas que muestran los eventos hormonales durante el estro.

Al celo que se presenta después del parto se le conoce como calor del potro, el cual se presenta entre 5 y 18 días después del parto. La duración de este calor es similar a la duración de otros periodos estruales; es una etapa fértil y generalmente es aprovechada para cubrir a la yegua; así se reduce el intervalo entra cada gestación.

### 3.1.2 DIESTRO

El CL funciona como una glándula endócrina temporal que segrega progesterona, la cual propicia en el útero un medio adecuado para la anidación embrionaria e impide la liberación de FSH. Al sexto día después de la ovulación los niveles de progesterona están al máximo y el CL permanece activo durante 12 o 15 días.

Foto 35.- Imagen de ultrasonido que muestra un cuerpo lúteo.

Después experimenta una rápida regresión, si la anidación no se ha efectuado; esta regresión se efectúa por la acción de  $\text{PGF2}\alpha$  secretada por el endometrio uterino. La desaparición del CL y el consecuente descenso de progesterona actúa sobre la hipófisis y origina la producción de FSH, iniciando nuevamente un ciclo estral.

Imagen 6.- Imagen que muestra los eventos hormonales durante el diestro.

Imagen 8.- Imagen que muestra los eventos hormonales durante la luteolisis.

#### **4.- CAMBIOS EN EL APARATO REPRODUCTOR DURANTE EL CICLO ESTRUAL**

Con excepción de los ovarios, los cuales son controlados por gonadotropinas; los cambios del resto del tracto reproductor (oviductos, útero, cérvix, vagina y vulva) son controlados por 2 clases de esteroides: estrógeno y progesterona.

##### **OVARIOS**

Durante el anestro los ovarios pueden ser pequeños y estar inactivos, aunque algunas yeguas presentan una actividad ovárica considerable. Cuando termina el anestro, los ovarios comienzan a aumentar de tamaño y se reblandecen cuando los folículos comienzan a desarrollarse. Aunque varios folículos pueden iniciar su desarrollo y crecimiento, generalmente tan solo uno o dos alcanzan el tamaño ovulatorio. El folículo destinado a ovular suele ser bastante prominente inmediatamente antes del estro e inicia una fase de rápido crecimiento durante unos 5 días aproximadamente, antes de la ovulación.

El tamaño máximo de los folículos (40 -55 mm) se alcanza el día anterior a la ovulación. Por lo general los folículos menores involucionan, pero se pueden mantener durante un par de ciclos y después convertirse en folículos ovulatorios o iniciar su regresión, este tipo de folículos, no interrumpe los ciclos estruales ni las ovulaciones subsecuentes.

## **ÚTERO**

Durante el estro las concentraciones elevadas de estrógenos en la ausencia de progesterona causa que el útero tenga un poco de tono, tubularidad y edema. Durante el diestro, 1 a 3 días después de la ovulación el tono y tubularidad se incrementan, y el edema desaparece. Las secreciones son abundantes y muy acuosas. Manteniendo estas condiciones hasta el siguiente estro.

La progesterona sola o en combinación con estrógenos causa el incremento del tono uterino y disminuye el edema. Las secreciones uterinas son escasas y espesas cuando la yegua se encuentra bajo la influencia de progesterona.

Durante el anestro o en la ausencia de esteroides ováricos el útero pierde su tono muscular y comienza a ser no edematoso y flácido.

## **CERVIX**

Cambios característicos ocurren en el cérvix durante el ciclo estrual. Antes del comienzo del estro el cérvix comienza a relajarse, conforme el estro progresa, la mucosa vaginal comienza a ser más hiperémica (rosa), se incrementa el edema en el cérvix y las secreciones comienzan a ser más abundantes con una consistencia fluida.

El grado más alto de los cambios cervicales (color, edema y relajación) ocurren cerca de la ovulación. La relajación cervical y otros cambios son inducidos por la presencia y el incremento en las concentraciones de estrógeno y la ausencia de

progesterona. Durante el diestro, los elevados niveles de progesterona, causan que el cérvix se mantenga bien cerrado, de un color pálido, sin edema y cubierto por una escasa cantidad de moco viscoso. Similar al útero, durante el anestro el cérvix se encuentra flácido.

Fig. 4.- cambios en el cérvix durante el ciclo estrual.

### **VAGINA Y VULVA**

Durante el estro, la vagina comienza a estar relajada y flácida. La vulva varía en su grado de relajación y suavidad. La vulva es más edematosa y el aspecto ventral puede inclinarse hasta 2.5 cm.

Claro fluido fibroso, lubrica la vagina. Durante el diestro, la vagina está seca y la vulva es pequeña y cerrada. La mucosa vaginal es pálida durante el diestro y anestro.

### **5.- CAMBIOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA YEGUA DURANTE EL CICLO ESTRUAL**

Durante el estro la yegua se interesa y acepta al semental, la mayoría de las yeguas en celo muestran varios signos característicos en su comportamiento frente al macho. Inicialmente la yegua puede estar agitada y permitirá que semental la olfatee y le muerda el cuello y los flancos; su postura se caracteriza por levantar la cola sin moverla hacia los lados, las extremidades posteriores aparecen separadas y la pelvis

flexionada, los labios vulvares se contraen y se relajan y finalmente se emiten pequeños chorros de orina y se muestra el clitoris.

Vídeo 5.- video que muestra los signos de estro de la yegua.

La existencia y la intensidad de estos síntomas varían en cada yegua, pero el síntoma decisivo de que la yegua se encuentra en celo es la complacencia con que la yegua admite al semental durante el coito. Por el contrario durante el diestro o fase luteínica, la yegua presenta resistencia hacia la actitud del semental; lo pateo, lo muerde, hecha las orejas hacia atrás, mueve la cola y se muestra inquieta. La longitud de la vulva se acorta, mantiene la cola constantemente sobre la zona perineal, excepto cuando se dispone a orinar y es posible que la sacuda en presencia del semental.

## **6.- EXAMEN REPRODUCTIVO DE LA HEMBRA**

Existen diferentes situaciones en las que se debe realizar un examen de salud reproductivo de la yegua. Se debe de examinar al incorporar una yegua por primera vez a la reproducción, al inicio de cada estación reproductiva, así como cuando se realizan operaciones de compra o venta de animales. El examen reproductivo consta de un examen físico general, examen de los órganos genitales externos y de los órganos genitales internos.

## **HISTORIA CLINICA**

Antes de comenzar el examen se debe contar con una historia clínica, la cual debe incluir la identificación del animal, raza, color, marcas, tatuajes, edad y fecha de adquisición del animal. La edad del animal es importante porque algunas características como la conformación vulvar y la capacidad uterina para involucionar después del parto se ven afectadas por el paso del tiempo. La raza es importante debido a que determinadas asociaciones de criadores tienen restricciones en el uso de técnicas artificiales como la inseminación artificial o transferencia de embriones.

La historia clínica debe incluir fin zootécnico, vacunas, desparasitaciones, problemas de salud que puedan interferir con la fertilidad, así como régimen alimenticio. También debe incluir información de las características del ciclo estrual, como longitud, época de presentación y anomalías, así como información sobre gestaciones y su duración, partos anteriores incluyendo ocurrencia de anomalías durante este o el puerperio. Dentro de la historia clínica debe hacerse referencia a los problemas reproductivos previos incluyendo abortos, distocias, cirugías reproductivas, infecciones uterinas y casos de mortalidad embrionaria temprana que hayan sido registradas.

## **EXAMEN FISICO GENERAL**

Después de hacer la evaluación clínica individual de la yegua se continúa con un examen físico general, debido a que la condición de salud general del animal tendrá gran influencia sobre su potencial reproductivo. Ya que algunos trastornos que no tienen que ver directamente con el aparato genital, como condición corporal, anomalías dentales, parasitismo y neoplasias pueden afectar indirectamente la reproducción.

El examen comenzará con la observación del estado físico general como, condición corporal debido a que una yegua destinada a la reproducción debe tener un peso y estado nutricional adecuado, para mejorar la eficiencia reproductiva; apariencia de la piel, y detectar la presencia de cualquier lesión o anomalía anatómica, color de las mucosas, revisar la dentadura debido a que la pérdida de peso está asociada con algunas anomalías dentales, así como evaluar y registrar la frecuencia respiratoria, cardíaca y temperatura corporal.

Imagen 14.- Foto tomando la frecuencia cardíaca durante el examen físico general.

Imagen 15.- Fotos que muestran el estado nutricional de la yegua apta y no apta para la reproducción.

## 6.1 EXAMEN DE LOS ORGANOS EXTERNOS

Después de realizar el examen físico general, la evaluación se enfoca hacia el aparato reproductor. Este examen consiste en la observación detallada de los órganos externos de la yegua que están compuestos por el perineo, vulva, conformación pélvica e implantación de la cola, así como la glándula mamaria.

En la vulva, la conformación de los labios vulvares normalmente debe ser vertical con una inclinación cráneo – caudal de no más de 10° con respecto a la vertical. La vulva debe extenderse sobre el arco isquiático de la pelvis para una máxima función reproductiva. La comisura dorsal de la vulva no debe estar a más de 4 cm sobre el piso de la pelvis. Los labios vulvares deben cerrar correctamente, para evitar problemas de infertilidad por neumovagina. Se debe evaluar el tono de la vulva el cual dependerá de la etapa del ciclo en el que se encuentre la yegua. También debe registrarse la presencia de descargas y lesiones en la zona perineal.

Hay algunas características anatómicas no deseables que pueden tener como consecuencia algunos problemas de infertilidad. Como ocurre con las yeguas que tienen el maslo de la cola muy elevado, que permite la penetración de orina o contaminantes a través de la vagina. Otra característica no deseable es cuando el ano se encuentra muy hundido, ya que provoca que las heces caigan sobre la vulva, aumentando el riesgo de contaminación de los órganos internos. Estos problemas congénitos de conformación, van empeorando con el paso del tiempo, ya que la progresiva relajación de los músculos del área perineal, junto con el progresivo

alargamiento de los labios vulvares que se produce con la edad y con cada parto, provocan que estos no cierren correctamente, permitiendo la entrada de aire y excremento. Y la posición horizontal de la vulva que va obteniendo con el paso del tiempo favorece la retención de orina y heces fecales.

Fig. 6.- Disección media caudolateral de la zona perineal de la yegua.

Hay un estudio realizado por Pascoe, donde se comprueba que la conformación vulvar tiene un efecto real sobre el porcentaje de gestación, y de acuerdo con esto clasificó a las yeguas en tres diferentes tipos:

TIPO I. Yeguas que tienen una distancia menor a 2 o 3 cm. de la comisura dorsal vulvar al borde superior de la pelvis. Estas yeguas raramente requieren la operación de caslick, que consiste en suturar los dos tercios superiores de los labios vulvares, dejando solamente una apertura para la salida de la orina.

Fig.7.- Corte transversal del perineo de la yegua normal tipo 1.

Fig. 7.1.- fotografía del perineo de la yegua tipo 1.

TIPO II. Yeguas con una distancia de 6 a 7 cm. entre la comisura dorsal de la vulva y el piso de la pelvis. En este tipo de yeguas la conformación vulvar generalmente va empeorando con el paso del tiempo, ya que el grado de inclinación vulvar se incrementa con la edad y el número de partos.

TIPO III. Yeguas en las que la distancia desde la comisura dorsal de la vulva hasta el piso de la pelvis varía entre 5 y 9 cm. y conforme aumenta la edad de la yegua, la vulva adquiere una posición cercana a una línea horizontal. Estas hembras presentan serios problemas reproductivos.

Fig. 8.- Sección transversal del perineo de la yegua con conformación tipo 3.

Fig. 8.1.- Fotografías de yeguas con mala conformación, tipo 2 y 3.

## **6.2 EXAMEN DE LOS ORGANOS DE LA REPRODUCCIÓN INTERNOS**

La exploración de los órganos internos, es un auxiliar en el programa de recela, facilita la determinación del estado sexual de la yegua en un momento dado. De esta forma es posible confirmar los síntomas de su comportamiento sexual y determinar el momento óptimo para llevar a cabo la cubrición o bien diagnosticar si la yegua está preñada o no.

### **OBJETIVOS DE MANEJO:**

- a) Determinar los estados sexuales de estro, de diestro o de gestación temprana.
- b) Determinar el momento óptimo para llevar a cabo la cubrición.

## OBJETIVOS CLÍNICOS:

a) Disminuir el riesgo de fecundaciones gemelares mediante reiteradas exploraciones de los ovarios, por palpación con el fin de descubrir la evidente probabilidad de ovulaciones dobles.

b) Diagnosticar la existencia de infecciones y tratarlas convenientemente.

c) Reducir el número de servicios en aquellas yeguas que están predispuestas a padecer infecciones.

d) Diagnosticar las variaciones del ciclo, tanto fisiológicas como patológicas, que pueden ser la causa de que una determinada yegua no quede preñada.

Hay diferentes técnicas para realizar la exploración de los genitales internos:

### 6.2.1 PALPACIÓN RECTAL

El recto de la yegua es mucho más friable y delicado que el de la vaca, por lo que se deben tomar precauciones especiales al hacer el examen rectal. Se deben utilizar mecanismos de contención apropiados al temperamento de la yegua. Se recomienda cubrir la cola de la yegua con un guante o vendarla para evitar laceraciones recto-vaginales al momento de la exploración.

Es importante que la persona que realice la palpación rectal utilice lubricante en toda la extensión del guante y que se haya recortado previamente las uñas para evitar

lastimar el recto. La mano se debe introducir colocando los dedos en forma cónica, lo que permite la dilatación gradual del ano. Se debe hacer un movimiento de rotación con la mano para facilitar el paso a través del esfínter anal. El palpador nunca debe forzar el brazo hacia delante en el momento de una contracción peristáltica, causaría fácilmente lesiones rectales, por lo que durante una contracción el brazo debe permanecer inmóvil. Es necesario retirar todo el excremento, ya que puede ser confundido con estructuras ováricas.

Foto 1 y 2.- fotos mostrando como se debe realizar un examen por palpación rectal.

### **PALPACIÓN DEL CERVIX**

Al tener la mano dentro del recto lo primero que se palpará será el cérvix, que se localizará haciendo presión y deslizando la mano sobre el piso de la pelvis. Se evaluará su firmeza tubularidad, tono, diámetro y longitud. Estas características dependerán de la etapa del ciclo estral en el que se encuentre la yegua.

Fig. 15.- Palpación del cérvix

### **PALPACIÓN DEL ÚTERO**

Cranealmente al cérvix se encuentra el útero, el cual tiene la forma de una T en yeguas no gestantes. Este órgano se puede localizar al introducir el brazo aproximadamente 45 o 50 cm. dentro del recto.

La mano se debe pasar sobre el cuerpo uterino y posteriormente deslizarse sobre cada uno de los cuernos, desde la bifurcación hasta la punta, evaluando su tamaño, consistencia, contenido y tubularidad. Cuando el útero tiene gran volumen, como sucede en gestaciones avanzadas o en caso de piometra, solo podrá evaluarse su superficie dorsal, ya que el resto del órgano quedará fuera del alcance de la mano.

Las características del útero también se modifican de acuerdo a la etapa del ciclo en que se encuentre la yegua.

Fig. 16.- Palpación de la bifurcación del útero.

Fig. 17.- Palpación del cuerno uterino izquierdo.

Fig.19.- Palpación del cuerno uterino derecho.

### **PALPACIÓN DE LOS OVARIOS**

Los ovarios se localizan en el cuadrante dorso – lateral de la pelvis, cranealmente a la columna del ilion. Están suspendidos por el ligamento ancho en la parte dorso – lumbar, por lo que el ligamento puede servir de ayuda para localizar los ovarios. Moviendo las manos lateralmente por la pared abdominal los ovarios podrán palparse con la palma de la mano.

En la yegua los folículos ováricos son mayores que en otras especies, llegando a medir de 2 a 6 cm. de diámetro, por lo que no deben ser confundidos con estructuras quísticas cercanas al ovario.

La yegua ovula a través de la fosa de ovulación, la cual se puede identificar como una hendidura en la parte ventral del ovario y no protuye hacia la superficie, por lo cual es difícil de palpar.

Fig. 18.- Palpación del ovario izquierdo.

Fig. 20.- Palpación del ovario derecho.

### **6.2.2 VAGINOSCOPIA**

La vaginoscopia permite la observación directa de la vagina y la entrada del cérvix. Este examen requiere de una completa limpieza de la región perineal y el uso de un espéculo estéril. La introducción del espéculo debe hacerse inicialmente de forma diagonal, dirigiéndolo hacia arriba y hacia delante hasta pasar por encima del borde de la pelvis. En algunas ocasiones se encuentra resistencia al momento de topar con el pliegue transversal del anillo vestibulo – vaginal, el cual es un remanente del himen, en cuyo caso se debe intentar expanderlo ejerciendo una rotación constante y suave, permitiendo así que el espéculo pase dentro de la vagina.

Una vez que se ha introducido el espéculo con ayuda de una fuente de luz se examina el color y posición del cérvix, el grado de relajación, así como la cantidad y calidad de las secreciones. Este examen se debe realizar lo más rápidamente posible para evitar que el aire que entra altere los hallazgos, ya que oxígeno irrita la mucosa.

Durante la vaginoscopia se examina la pared vaginal, observando su color y revisando si existe evidencia de congestión o inflamación, tumores, laceraciones o cicatrices. Se debe observar el piso de la vagina para descartar la presencia de exudados así como la acumulación de fluidos. La región dorsal de la vagina se debe revisar en busca de evidencia de lesiones o fistulaciones hacia el recto. Al terminar la inspección se retira lentamente el espéculo, evaluando en ese momento el área vestibular.

Imagen 18.- Foto mostrando como se efectúa un examen con vaginoscopio.

### **6.2.3 EXAMEN MANUAL POR VAGINA**

Este examen se realiza como prueba complementaria a la vaginoscopia, y solo se puede realizar cuando la yegua se encuentra en estro, en el posparto temprano, y durante el anestro. La persona que vaya a realizar esta prueba debe colocarse guantes de palpación y encima guantes de cirujano estériles. Se deben utilizar lubricantes estériles que no contengan bactericidas ni bacteriostáticos. Todo el material que se introduzca a la vagina debe estar esterilizado.

Al explorar la vagina se registran las características del pliegue vestíbulo – vaginal, el cual debe ser estrecho, de lo contrario puede indicar que la yegua esté predispuesta a sufrir neumovagina. Si la yegua es virgen podrá palparse el área del himen, revisando que no haya remanentes que podrían formar una banda de tejido fibroso que aumentaría el riesgo de que la yegua sufra un desgarre recto vaginal al

momento del parto. Se evaluará el conducto cervical por medio de los dedos para verificar que estén presentes los pliegues cervicales, cabe señalar que los pliegues se vuelven más evidentes cuando la yegua se encuentra en estro.

#### **6.2.4 ULTRASONOGRAFÍA**

Esta técnica se basa en la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia, producidas por la estimulación de cristales piezoeléctricos localizados dentro de un transductor. Las ondas de ultrasonido se propagan a través de los tejidos, reflejándose en forma de eco hacia el transductor, que también actúa como receptor. La cantidad de sonido reflejado, así como el retraso sufrido durante su transmisión, dependen del tipo de tejido atravesado, por lo que un microprocesador puede analizar esta información y transformarla en imágenes.

La brillantez se representa por diferentes tonos de gris, extendiéndose desde el blanco (muy brillante altamente ecogénico), hasta el negro (anecóico). La magnitud de las ondas reflejadas es directamente proporcional a la diferencia en densidad en la unión de los tejidos. En general, a mayor densidad de los tejidos, mayor será la resistencia para la propagación de las ondas sonográficas, y mayor será la fuerza de eco producido. Así el hueso produce una imagen blanca brillante, mientras que el músculo produce una imagen gris. Los líquidos son excelentes conductores del sonido, por lo que casi no reflejan eco, lo que resulta en una imagen gris oscura o negra homogénea.

Finalmente, el aire no transmite eficientemente las ondas sonoras, por lo que la imagen se pierde si entre el transductor y los tejidos quedan espacios vacíos.

## **EQUIPO**

Para el examen reproductivo de la yegua se utiliza ultrasonido de tiempo real, es decir que produce una imagen visual continua de las estructuras y su movimiento.

La frecuencia del ultrasonido emitido por los transductores varía desde 2.5 a 10 MHZ. El transductor más utilizado en reproducción equina es el de 5 MHZ, el cual tiene suficiente resolución y poder de penetración para realizar detección de gestaciones tempranas y exámenes de ovarios. Con este tipo de transductor es posible detectar gestaciones de 10 días y folículos tan pequeños como los de 3 mm. de diámetro, así como la presencia de cuerpos lúteos en regresión.

Foto 37.- Equipo que se utiliza para realizar ultrasonido.

## **PROCEDIMIENTO**

Las precauciones que se deben tomar para el examen ultrasonográfico transrectal son similares a las de la palpación rectal.

Se debe evacuar el material fecal manualmente para evitar la interferencia con las ondas ultrasónicas. La persona que realice el examen debe utilizar un guante de palpación rectal, tomar en la palma de la mano el transductor, sosteniéndolo entre el

dedo índice y pulgar, y guiarlo hacia dentro del recto. El transductor como el guante deben estar perfectamente bien lubricados para evitar lesiones en la pared rectal. El transductor debe introducirse en el recto de manera que se mantenga siempre en contacto íntimo con la mucosa, y se avanza sobre la pared ventral del recto, a través de la cual se localiza la superficie del cuerpo uterino, se avanza hasta llegar a la bifurcación uterina. A partir de este punto se pueden evaluar los cuernos uterinos moviendo el transductor transversalmente a lo largo de cada cuerno hasta llegar hasta la unión útero – tubárica. Posteriormente se mueve el transductor hacia la cara lateral del recto en busca del ovario, examinándolo de arriba abajo y regresando por el mismo cuerno, realizando la misma operación del lado contrario.

## **OVARIOS**

Los ovarios inactivos de una yegua en anestro se diferencian fácilmente de los ovarios de una yegua en época reproductiva, ya que los primeros son pequeños e inactivos (ausencia de cuerpos lúteos) y pueden presentar folículos menores a 5 mm.

Foto 21.- Ovario de una yegua con múltiples folículos pequeños.

En cambio en una yegua con actividad ovárica cíclica se pueden localizar folículos, cuerpos hemorrágicos y cuerpos lúteos.

## FOLÍCULOS

Los folículos están llenos de líquido, por lo cual son anecoicos y aparecen como círculos u óvalos de color negro o gris oscuro ocupando un área bien circunscrita. Debido a la presencia de otros folículos o estructuras adyacentes, el folículo se puede distorsionar y aparecer con formas irregulares, por lo tanto determinar su diámetro resulta algo subjetivo y variable aunque de gran utilidad.

Foto 46.- Estructura de los ovarios en el segundo día del estro.

Foto 47.- Estructura de los ovarios en el cuarto día del estro.

Es importante llevar un seguimiento ultrasonográfico para predecir el momento de la ovulación. Se ha estimado que los folículos aumentan su diámetro 3mm/día durante la semana anterior a la ovulación, llegando a medir un folículo pre-ovulatorio entre 30 y 60 mm. con un promedio de 45 mm. dependiendo de la talla de la yegua.

Foto 33.- Imagen de ultrasonido mostrando un ovario con un folículo de 46 mm.

Foto 48.- Estructura del ovario momentos antes de la ovulación.

En la mayoría de las yeguas el folículo se vuelve de consistencia suave 24 horas antes de la ovulación, y se observa un cambio en la forma del folículo de esférica a piriforme debido a que el folículo pre -ovulatorio comienza a orientarse hacia la fosa de ovulación. También hay engrosamiento de la pared folicular y algunas veces incremento

en la cantidad de fluido folicular. Al ocurrir la ovulación se observa al folículo con las paredes colapsadas, y el sitio de la ovulación contiene fluido denso.

Foto 15.- Imagen de ultrasonido de un folículo de 35 mm.

Foto 16.- Imagen de ultrasonido de un folículo de 48mm.

Foto 17.- Imagen de ultrasonido de un folículo de 36mm

Foto 18.- Imagen de ultrasonido de un folículo de 30mm.

Foto 19.- Imagen de ultrasonido de un folículo preovulatorio.

## **CUERPO LÚTEO**

Se detecta durante el diestro y gestación. Antes de la formación del cuerpo lúteo funcional se detectará un cuerpo hemorrágico, que en el primer día está compuesto de tejido lúteo en un 55% (blanco) y de sangre 45% (negro), mientras que el cuerpo lúteo bien desarrollado se caracteriza por su apariencia uniforme.

Foto 51.-Estructura del ovario después de la ovulación.

Foto 52.-Estructuras de los ovarios con cuerpo lúteo durante el diestro.

## **UTERO**

El cuerpo del útero aparece en un corte longitudinal, mientras que los cuernos uterinos se observan en un corte transversal. En anestro se observan planos irregulares debido a al flacidez de las paredes y las irregulares de las vísceras adyacentes. En el

estros los cuernos son circulares y cilíndricos y se observan áreas altamente ecogénicas y otras anecóicas. Los pliegues endometriales se observan con menor grado de ecogenicidad debido a las porciones edematosas.

En diestro no se encuentran los pliegues, pero la luz uterina se observa como una línea hiperecogénica en un corte longitudinal, mientras que en un corte transversal se observa una estructura circular compacta y homogénea.

Foto 54.- Aparato reproductor de la yegua.

Foto 55.- Ultrasonido del cuerpo uterino.

Foto 56.- Ultrasonido del cuerno uterino.

## **CERVIX**

En estro es difícil diferenciarlo del cuerpo uterino. En diestro es ecogénico debido a la densidad del tejido existente en esta etapa.

### **6.2.5 ENDOSCOPIA**

Uno de los principales usos de la endoscopia es el diagnóstico de quistes endometriales, los que se producen debido a la dilatación de los ganglios linfáticos. Otra alteración que se puede detectar mediante endoscopia es la existencia de adherencias transluminales, las cuales pueden ser causa de infertilidad. Esta evaluación se realiza de preferencia durante el diestro, ya que el edema y el moco que existen durante el estro impiden la visualización de la superficie del endometrio.

El equipo que se introduzca en el aparato genital de la hembra debe ser esterilizado. El endoscopio se introduce a través de los labios vulvares, observándose el color de la mucosa vaginal y vestibular, así como la presencia de descargas y/o alguna estructura anormal.

Con la endoscopia se puede confirmar la presencia de orina, inflamación o pólipos. La mucosa vaginal se verá diferente dependiendo de la etapa del ciclo estrual en la que se encuentre la yegua. En estro se observará húmeda y edematosa. En diestro se observará menos húmeda y de color rosa pálido. Durante el diestro el cérvix se visualizará cerrado y permaneciendo en el centro de la vagina, mientras que en el estro se encuentra relajado y descansando sobre el piso de la misma. Conforme el aparato pasa por la hoz interna del cérvix la primera estructura que se visualiza son los pliegues endometriales. Para evaluar todo el lumen uterino se debe dilatar este espacio, ya sea con gas o fluido (bióxido de carbono o solución salina fisiológica estéril).

Es importante recorrer el cuerpo uterino, así como los dos cuernos, tomando como referencia la bifurcación de los cuernos, en la que se observará el frénulo. Los pliegues endometriales normalmente son de color rosa pálido, brillante y de apariencia longitudinal. El número de pliegues en la yegua es de 12 a 15. Durante el estro los pliegues se observarán edematosos, mientras que en el diestro serán menos prominentes y pálidos. Al momento en que el lumen uterino se encuentre expandido será fácil observar lesiones, tales como adherencias, quistes, inflamación o cualquier cambio degenerativo endometrial.

## **7. DETECCIÓN DE ESTROS**

Al incorporar en la práctica reproductiva de un criadero o explotación equina, un programa de detección de estros, por medio de la recela, complementándolo con la revisión veterinaria y elaboración de registros, debido al comportamiento diferente de cada yegua.

Será de gran utilidad para mejorar los resultados reproductivos, al elegir el momento adecuado de la cubrición y poder tener la mayoría de las yeguas cargadas, así como para detectar yeguas repetidoras y problemas que se presenten durante el ciclo. La práctica de recela puede realizarse diariamente, obteniendo mejores resultados o puede hacerse en días alternos, observando detenidamente el comportamiento de las yeguas, esto dependerá del personal con el que se cuente en la explotación.

### **RECELA**

La recela es un ritual empleado en las yeguas, el cual tiene como objetivo, poner de manifiesto su estado sexual, sometiénolas de forma artificial a breves contactos con el semental. Al realizarla en forma adecuada se facilita la programación de los servicios, se identifican yeguas con actividad ovárica anormal, y detección temprana de yeguas que no quedaron gestantes después del servicio.

Las técnicas de detección de estros varían dependiendo de las condiciones, facilidades, número de yeguas y preferencias personales de cada lugar. Hay dos clasificaciones de técnicas de recela, que son individuales y en grupo.

### **RECELA INDIVIDUAL**

Las consideraciones que deben tomarse en cuenta en un programa de recela individual son: seguridad del manejador, yegua y semental. Contando con las instalaciones adecuadas como una valla y un patio de recela donde se realice adecuadamente el manejo de los animales, evitando accidentes.

La mejor opción para un macho recelador, es un macho entero y de talla pequeña, evitando de tal manera penetraciones accidentales al realizar la actividad. También pueden ser utilizados como receladores, machos vasectomizados, con mandil o machos castrados a los que se les administran andrógenos.

El objetivo de la técnica de recelado individual es confrontar a la yegua con el macho recelador, con el propósito de que exista un estímulo visual como parte del cortejo y procurar que la yegua se mantenga en posición paralela a la valla de recela, de forma que el semental pueda actuar a lo largo de su flanco desde la espalda hasta la grupa, ante estos estímulos, si la yegua presenta un marcado celo es posible que presente las primeras reacciones como separar las extremidades posteriores, orinar y finalmente accederá a los intentos del semental mostrándole el periné, elevando la cola, agachándose y mostrará el espejeo vulvar.

El macho responderá con la erección del pene, buscando el tren posterior de la yegua. No obstante, y a pesar de que la yegua se encuentre en celo, también es posible que muestre síntomas de hostilidad dirigiendo las orejas hacia atrás, mordiendo o manoteando con las extremidades anteriores. Estos síntomas de rechazo también pueden indicar que la yegua se encuentra en fase de diestro o que es posible que esté preñada y por lo tanto no admitirá al semental. Sin embargo algunas yeguas pueden comportarse de forma agresiva al principio, disminuyendo su agresividad con un prolongado contacto con el semental.

Video 2.- Se muestra el comportamiento del semental en presencia de la hembra en el momento de la recela.

Imagen 16.- Tipos de recela individual.

## **RECELA EN GRUPO**

Las técnicas grupales son complementarias, ya que su principal objetivo es detectar hembras sospechosas de estar en estro para posteriormente ser receladas en forma individual. En esta técnica el semental es acercado a los corrales donde se alojan las yeguas, observando y detectando el comportamiento de los animales que muestren interés por el macho y se acerquen a él adoptando posturas de receptividad sexual.

El recelado en grupo también se utiliza cuando las yeguas están en pastoreo utilizando un macho vasectomizado con un arnés marcador, el cual permanece de manera continua con las hembras, que al montarlas las deja marcadas del lomo a la

grupa. Después de haber detectado el estro con cualquiera de las técnicas, es muy importante complementar el programa con las correspondientes exploraciones veterinarias que en la actualidad se llevan a cabo; como palpación rectal y ultrasonografía, para determinar el momento de la cubrición.

Video 3.- Se muestra al semental con la manada con el fin de que detecte cual yegua se encuentra en calor.

### **ELECCIÓN DEL MOMENTO DE LA CUBRICIÓN**

Existe un momento óptimo para el coito que garantiza que unos pocos espermatozoides maduros lleguen al oviducto antes de que haya tenido lugar la ovulación.

La elección del momento más oportuno para llevar a cabo la cubrición se basa en el hecho de que el tracto genital de la yegua es un medio hostil para los espermatozoides, el cual puede ser variable debido a la presencia de infecciones y a los cambios metabólicos que influyen sobre la acidez y el estado de su revestimiento mucoso. Los anticuerpos y las hormonas pueden influir en la supervivencia y en el grado de movilidad de los espermatozoides reduciendo el número de los mismos con vistas a la fecundación. Los espermatozoides deben llegar al oviducto, necesitan unas horas antes, para ser capaces de fecundar al óvulo. Si bien es un solo espermatozoide el que fecunda al óvulo, parece ser que es necesario que en el oviducto existan en gran cantidad, para facilitar la fecundación mediante la producción de enzimas.

Para elegir el momento óptimo de la monta, debemos realizar un examen ultrasonográfico, en el cual debemos de observar el desarrollo que presenta el útero y el desarrollo folicular. El útero deberá de salir del edema natural que se forma durante el celo, este se observa como si fuera una naranja partida en dos. El ovario tendrá folículos en desarrollo y cuando uno de los folículos llega a medir 45mm.se considera que esta a punto de presentarse la liberación del óvulo. Una vez que el óvulo se ha desprendido del folículo en el momento de la ovulación, a medida que transcurre el tiempo se vuelve más resistente a su fecundación y transcurridas veinticuatro horas es prácticamente infecundable.

Los espermatozoides conservan su vitalidad durante un tiempo variable, pues mientras que los de algunos sementales son fecundantes durante un tiempo de apenas veinticuatro horas, los de otros son fecundantes durante hasta siete días. Este poder fecundante está influenciado por el estado en que se encuentra el tracto genital de la yegua.

Foto 49.- Imagen ultrasonido que muestra el edema uterino y fluido intraluminal

## **8. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN**

Existen varios métodos para diagnosticar la gestación de la yegua. En condiciones normales, el primer indicio de preñez se observa en la ausencia del siguiente celo 16 a 19 días posterior a la cubrición, el método más usual es el diagnóstico mediante palpación rectal y ultrasonografía la ventaja de estos métodos es

que los resultados son inmediatos. La detección de PMSG en el suero sanguíneo por medio de la prueba de inhibición de la hemoaglutinación constituye otro método para el diagnóstico de gestación.

El diagnóstico temprano puede realizarse con ultrasonografía alrededor de los días 12 a 15 días, aunque en este periodo todavía no ocurre la implantación y puede ser difícil encontrar la vesícula embrionaria.

Foto 29.- Imagen de ultrasonido que muestra una gestación de 10 días.

Fig. 25.- Embrión de 13 días.

Por medio de palpación rectal a los 30 días, se puede detectar la preñez debido a la presencia de una pequeña masa redonda de 4 a 5 cm. de diámetro en alguno de los cuernos uterinos. El diagnóstico seguro se realiza a los 40 días, cuando ya se palpa una masa de aproximadamente 7 o 9 cm. de diámetro.

Fig. 13.- representación diagramática del desarrollo embrionario dentro de los días 25 al 35.

Fig. 13.1.- Representación diagramático de las copas endometriales en la yegua.

Después de 50 hasta 140 días de gestación aproximadamente se realiza la detección de PMSG en el suero sanguíneo.

Todos los métodos de diagnóstico de preñez tienen sus limitaciones, por ejemplo algunos métodos de laboratorio pueden marcar como positivos aunque ya haya ocurrido la muerte embrionaria temprana, con el ultrasonido se pueden confundir quistes uterinos con una vesícula embrionaria, y gemelos unilaterales no puede ser identificados por palpación rectal.

### **DESARROLLO EMBRIONARIO DURANTE LOS PRIMEROS MESES**

Una vesícula embrionaria al día 15 mide alrededor de 15 a 20 mm. De diámetro y no es palpable por recto.

Foto 28.- Ultrasonido de una gestación al día 15.

Fig. 25.- Embrión de 13 días.

La vesícula embrionaria al día 20 mide aproximadamente de 30 a 40mm.

Fig. 26.- Embrión de 20 días.

Foto 25.- Embrión de 28 días.

Al día 30 el embrión mide de 40 a 50 mm. Durante este periodo se puede realizar una palpación y puede permitir una detección de preñez relativamente fácil, aunque se requiere de suficiente práctica y experiencia.

Fig. 27.- Gestación de 34 días.

Foto 27.- Ultrasonido de una gestación de 32 días.

Al día 40 el embrión mide 65 cm. de diámetro. Para el día 50 la vesícula es al menos de 8 cm. de diámetro y se puede encontrar dentro de la unión del cuerpo y el cuerno del útero. Dentro de los días 60 y 100 el útero incrementa su tamaño y va descendiendo hacia el interior del abdomen.

Foto 57.- Ultrasonido de una gestación de 55 días.

Foto 58.- Ultrasonido de una gestación de 65 días.

Aproximadamente a los 3 o 4 meses de gestación el feto puede palpase el peloteo del embrión.

## **9. PATOLOGIAS DEL TRACTO REPRODUCTIVO DE LA HEMBRA**

### **ENDOMETRITIS**

Se le conoce así a la inflamación de las paredes del endometrio, que por diversos factores pueden desencadenarse estados patológicos de este. Los agentes etiológicos mas comunes se encuentran en la tierra que se encuentra en la superficie de la vulva, o el pene al momento de la monta, bacterias que se encuentran en las heces y algunas levaduras. El *Streptococcus zooepidermicus* y *E.colli* son los agentes que más se identifican en los estados iniciales en que existe una falla en las defensas del útero. Pero las *P. aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Taylorella equinogenitalis*, son principalmente oportunistas y son introducidos hacia el útero como contaminantes;

sin embargo, estas se han identificado como verdaderas causantes de enfermedades venéreas en la hembra. Pero siempre tomando en cuenta que al momento que hay alguna falla en lo que son los mecanismos de defensa del útero desencadena que cualquier tipo de bacteria, levadura u hongo produzca inflamación.

Foto 59.- ultrasonido de un útero con liquido intraluminal y depósitos de fibrina.

El diagnóstico se basa principalmente en la presencia de inflamación en el útero aunque exámenes del cérvix y la vagina pueden mostrar también signos de inflamación, esto puede ser muy evidente al momento en que existe la presencia de un exudado muco purulento.

Fig.21.- Imagen endoscopia de una cervicitis.

El examen físico es la herramienta que más nos ayuda para elaborar el diagnóstico, este incluye el examen de los órganos internos y externos de la yegua, demostración de presencia de fluido por medio del ultrasonido, y la inspección de los lavados uterinos. Signos positivos de inflamación descubiertos en el examen físico son: por medio de la inspección, la presencia de exudado en los genitales, hiperemia del cérvix y/o de la vagina, por palpación rectal podemos sentir la presencia de líquido, y por medio de lavados uterinos observamos que el líquido esta turbio. Al momento en que se encuentren signos de algún trastorno, se deben de tomar muestras para el

laboratorio; estas muestras pueden ser por medio de raspados, por aspiración, al momento que se hace un lavado se puede tomar una muestra y mandar a laboratorio.

El tratamiento va a variar de acuerdo a la severidad de cada caso, cualquiera que se use deberá estar pensado en mejorar los mecanismos de defensa del útero. El uso de antibióticos por medio de bolos intrauterinos como la gentamicina, amikacina, ampicilina y la neomicina, lavados intrauterinos con soluciones salinas hipertónicas e incluso el uso de antibióticos sistémicos son los tratamientos más adecuados para este tipo de trastornos. Siempre y cuando hayamos encontrado al agente causal.

### **EXANTEMA GENITAL**

Es una enfermedad transmitida sexualmente causada por el virus equino 3. La enfermedad se manifiesta por la aparición de múltiples, pápulas, pústulas y erosiones en la mucosa de la vulva y el perineo. La fertilidad no es afectada por esta enfermedad. Las lesiones aparecen típicamente una semana después de estar en contacto con un garañón o equipo contaminado, las lesiones son dolorosas al tacto, las úlceras pueden sanar espontáneamente dentro de dos o tres semanas a menos que se complique por una infección bacteriana secundaria, la cual se puede prevenir con antibiótico tópico.

Foto 44.- Lesiones en la zona perineal de una yegua afectada con exantema genital:

## **DURINA**

Es una enfermedad crónica transmitida sexualmente, causada por el protozoo tripanosoma equiperdum. Después de un periodo de incubación de varias semanas, aparecen los primeros signos clínicos, incluyendo fiebre ligera, edema genital y descarga vaginal muco purulenta, en casos graves puede llegar a causar la muerte.

## **ENDOMETRITIS CRONICA DEGENERATIVA**

Repetidas inflamaciones pueden causar cambios degenerativos del endometrio, aunque también se ha observado en yeguas viejas y multíparas, sin ningún antecedente de inflamación.

El uso de sustancias irritantes dentro del útero, han mostrado que hay alguna mejoría, sin embargo el pronóstico para reproducción es muy pobre.

## **PIOMETRA**

Es una acumulación de exudado purulento en el lumen del útero. La etiología de la piometra de la yegua no es totalmente clara, ya que una de las causas puede ser la obstrucción o cierre del cérvix por algún traumatismo o contaminación bacteriana pueden provocar piometra. Yeguas con piometra presentan una fase lútea prolongada, debido a elevadas concentraciones de progesterona.

El tratamiento a estas yeguas consiste en drenar el útero a través del cérvix, por medio de una sonda que debe ser introducida con cuidado, ya que las paredes del

útero se encuentran distendidas, seguido del drenado el útero deberá ser lavado con solución salina. Para ayudar a la expulsión del líquido se puede administrar oxitocina o prostaglandinas.

Foto 60.- Ultrasonido del útero que contiene líquido y exudado purulento.

### **QUISTES ENDOMETRIALES**

Los quistes endometriales se originan, ya sea por obstrucción de las glándulas endometriales o los ganglios linfáticos, normalmente son menores a 10 mm. de diámetro. La incidencia de estos quistes es más alta en hembras de más de 11 años de edad. La palpación rectal con ultrasonido es el mejor método de detección. No requiere de tratamiento a menos que se sospeche que interfiere con la gestación

Foto 34.- Ultrasonido del cuerno uterino con quistes endometriales.

## **9.1 PATOLOGIA DEL OVARIO**

### **ALTERACIONES CROMOSOMICAS**

Las alteraciones cromosómicas son asociadas con infertilidad en el equino. La anomalía cromosómica más frecuentemente diagnosticada en la yegua es la disgenesia gonadal 63, x (ó X0), en la que se encuentra presente solo un cromosoma sexual.

Foto 41.- Órganos reproductivos internos de una yegua con alteración cromosomita.

Los caballos con disgenesia gonadal, desarrollan un fenotipo femenino debido a la ausencia del cromosoma sexual Y. Las yeguas afectadas son de menor tamaño para su edad y raza, tienen ovarios sin desarrollo folicular y una hipoplasia glandular a nivel del endometrio. El útero y el cérvix son generalmente de menor tamaño y flácido. Los genitales externos son femeninos, aunque la vulva puede ser de menor tamaño que el normal y sin clítoris desarrollado. Las yeguas pueden exhibir un comportamiento de anestro o celos irregulares y ocasionalmente permitir la monta, son consideradas estériles.

#### **DISFUNCION OVARICA RELACIONADA CON LA EDAD**

La disfunción ovulatoria se ha identificado como causa de infertilidad en yeguas de más de 20 años.

No se dispone de tratamientos efectivos para promover el crecimiento folicular en ovarios seniles. Otros factores que contribuyen, son la conformación peri anal alterada y la ausencia de un vaciamiento uterino efectivo. Estas yeguas también pueden presentar una disminución de la viabilidad de los ovocitos y una elevada incidencia de mortalidad embrionaria temprana y abortos. El alargamiento de la fase folicular en asociación con una elevada concentración de gonadotropinas, puede estar indicando la inminencia de la senectud reproductiva en yeguas viejas.

Fig. .- Ultrasonido de un folículo disfuncional con depósitos de fibrina o sangre.

## **FOLICULOS ANOVULATORIOS**

La ausencia de ovulación es un evento normal en yeguas durante la transición de la temporada reproductiva, aunque el desarrollo de folículos anovulatorios puede ocurrir ocasionalmente durante la temporada reproductiva.

Estos folículos pueden alcanzar tamaños que oscilan entre los 5 y 15 cm. de diámetro y persistir hasta 2 meses. Estos folículos producen comportamiento estrual anormal y prolongación del periodo Interovulatorio. Este fenómeno se asocia a yeguas seniles. La falta de ovulación puede deberse a una falta de secreción adecuada de gonadotropinas para desencadenar la ovulación o por insuficiente producción de estrógenos por parte del folículo. Los folículos anovulatorios persistentes pueden contener sangre en la cavidad, por lo que se han denominado folículos anovulatorios hemorrágicos.

El diagnóstico puede hacerse mediante ultrasonografía, en donde se observan puntos no ecogénicos dispersos que flotan libremente en el líquido folicular, también se pueden encontrar la presencia de bandas fibrosas atravesando el lumen folicular.

Fig. 43.- Ultrasonido de un folículo anovulatorio.

## **HEMATOMAS**

Los hematomas ováricos son la causa por la cual el ovario crece a un tamaño anormal. Son originados por la excesiva hemorragia dentro del folículo al momento de la ovulación. Los hematomas ováricos tienen un tamaño mayor a 10 cm. y pueden alcanzar hasta los 40 cm. de diámetro.

Fig.42.- Hematoma ovárico extirpado.

El diagnóstico es mediante palpación rectal y ultrasonografía. Los ovarios generalmente regresan a su tamaño normal sin tratamiento alguno en un periodo de unas semanas, si no el tratamiento es quirúrgico.

## **CUERPO LÚTEO PERSISTENTE**

Aquellos cuerpos lúteos que no regresan en el tiempo post ovulatorio normal, se consideran cuerpos lúteos persistentes. El mantenimiento prolongado del cuerpo lúteo, da como resultado una pseudo preñez, las causas comunes de persistencia lútea pueden ser; mortalidad embrionaria después del reconocimiento materno de la preñez, endometritis crónica.

Las yeguas presentan anestro aún estando en temporada reproductiva y se deberá diferenciar de las yeguas con celos silenciosos.

## **ACORTAMIENTO DE LA FASE LÚTEA**

La destrucción prematura del cuerpo lúteo puede estar asociada a la aparición de celos en forma anticipada y una disminución del intervalo Interovulatorio. Una causa común de la luteólisis prematura de la yegua es la endometritis, ya que aumenta la síntesis y liberación de prostaglandinas por parte del endometrio.

## **INSUFICIENCIA LÚTEA**

La insuficiencia lútea primaria implica una deficiencia en la producción de progesterona, el mantenimiento de la preñez por administración de progesterona exógena en yeguas con esta deficiencia, ofrece una evidencia circunstancial.

Para corroborar que la insuficiencia de progesterona es la causa de la pérdida de gestación, es necesario tener un diagnóstico de preñez segura, se recomienda la medición de las concentraciones bajas de progesterona sérica. Se ha sugerido que la concentración mínima de progesterona que se requiere para el mantenimiento de la preñez en la yegua es de 4 ng/ml.

## **QUISTES PERI OVARICOS**

Vestigios embrionarios y estructuras accesorias quísticas asociadas al ovario y oviducto son relativamente comunes en yeguas. Estos quistes, a menudo pequeños, pueden confundirse con folículos. El diagnóstico de estos quistes es más preciso por palpación rectal que por ultrasonido.

Fig. 44.- Ovario extirpado con múltiples quistes en la fosa de ovulación.

### **TUMOR DE LAS CÉLULAS DE LA GRANULOSA**

El tumor de las células de la granulosa es de origen ovárico unilateral, este tipo de tumor se asocia a un temperamento anormal, masculinización, y ciclos irregulares. Al momento de que se realiza la palpación de este ovario se siente de una manera más alargada y nodular. Ultrasonográficamente aparenta ser una especie de panal de abejas. Estos son tratados por cirugía.

Fig. 46.- Ultrasonido de un ovario con tumor de células de la granulosa.

Fig. 14.- Ovario extirpado con tumor de células de la granulosa.

### **TUMORES EPITELIALES.**

Quiste adenomas son tumores benignos ováricos raros que surgen de la superficie del epitelio de la fosa de ovulación. El tumor es unilateral. Hembras con cistoadenomas ciclan normal del ovario opuesto.

Mediante palpación rectal y ultrasonografía, revelan la presencia de un ovario normal y un ovario multiquístico alargado, que puede ser muy parecido a un tumor de las células de la granulosa. No es necesario ningún tratamiento, pero pueden ser removidos mediante cirugía.

Fig. 40.- Ovario extirpado con un cistoadenoma.

## **TUMOR DE LAS CÉLULAS GERMINALES**

Disgerminomas y teratomas son tumores ováricos raros originados de las células germinales ambos tumores son unilaterales y hormonalmente inactivos.

Fig. 45.- Ovario extirpado con un teratoma.

Disgerminomas han sido diagnosticados en hembras jóvenes. Son malignos y frecuentemente hacen metástasis en peritoneo y cavidad torácica. Mediante palpación rectal con ultrasonido se puede encontrar ovario multiquístico y una masa abdominal.

Los teratomas son benignos. La neoplasia puede surgir de las tres placas germinales, generalmente no muestran signos clínicos y son diagnosticados mediante el examen reproductivo de rutina. Ambos tratamientos es mediante cirugía.

## **MACHO**

### **1. ANATOMIA**

En el macho el examen reproductivo que se debe de realizar no solo se debe de evaluar las características del semen, sino también el estado físico general del garañón y la habilidad y condición para llevar a cabo la monta. El conocer la estructura y como funciona cada uno de los órganos del sistema reproductivo del macho nos lleva a optimizar al garañón y por ende tener éxito en el ámbito reproductivo.

Al igual que en la yegua en el macho, los órganos se dividen en dos partes:

Órganos internos que se conforman por; testículos, epidídimo, conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata y glándulas bulbo uretrales.  
organos externos conformados por; pene y escroto

## **1.1. ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS**

### **TESTICULOS**

El testículo es la gónada y el sitio donde se producen los espermatozoides y las hormonas masculinas como la testosterona. Ambos testículos tienen una forma ovoide, ligeramente comprimidos a lo ancho. El tamaño del testículo puede variar de acuerdo a la edad y raza principalmente. Este va desde 80 a 140 mm. de longitud, y de 50 a 80 mm. de ancho, y pueden pesar 225 g. Las bolsas que envuelven al testículo son la túnica albugínea, enseguida se encuentra la túnica vaginal, recubren al testículo y al cordón espermático. El músculo cremáster se inserta en el borde dorsal del testículo. Los tabiques con estructura de trabéculas de tejido conjuntivo se proyectan hacia el interior del tejido glandular y subdividen el parénquima en lóbulos.

Fig. 28.- Esquema del tracto reproductivo del garañón

El parénquima testicular consiste en túbulos seminíferos, tejido conectivo, células de Leydig, vasos sanguíneos, canales linfáticos y nervios. Los túbulos seminíferos dentro de su epitelio se encuentran formados por diferentes tipos de células germinales y células de Sertoli.

Fig. 30.- Corte histológico del testículo.

Los túbulos seminíferos se unen y convergen en el borde de la unión del testículo, aquí es donde varios conductos atraviesan la albugínea y penetran en la cabeza del epidídimo. La arteria espermática, es una rama de la aorta posterior, lleva sangre al testículo y sale en forma de vena espermática. El testículo esta innervado por el nervio espermático, cuyo origen es parasimpático.

### **EPIDÍDIMO**

El epidídimo esta dividido en tres partes: cabeza, cuerpo y cola. Los túbulos seminíferos (alrededor de 13-15 de estos) se reúnen al atravesar la túnica albugínea en un conducto único para formar la cabeza. Tiene una forma de J que se continúa hacia el cuerpo. El cuerpo esta adherido a la parte dorsal del testículo. La cola se localiza en la extremidad inferior del testículo. El epidídimo tiene como función de almacenar, madurar y transportar los espermatozoides hacia los conductos deferentes.

Fig. 32.- Esquema que muestra la localización del epidídimo y estructuras adyacentes.

## **CONDUCTO DEFERENTE**

El conducto deferente es una continuación de la cola del epidídimo.

Fig. 32.- Esquema que muestra la localización del epidídimo y estructuras adyacentes.

Los espermatozoides se transportan desde la cola del epidídimo hasta la uretra a través del conducto deferente, es un conducto pequeño que se encuentra rodeado de una capa muscular. La luz de este conducto es de 4-5 mm. es constante, aunque la pared se engruesa para formar la ampolla unos 18 mm. antes de la entrada a la uretra, esto se debe a la presencia de numerosas glándulas en la vesícula. El tamaño del conducto deferente disminuye drásticamente cuando el conducto desaparece bajo las vesículas seminales y desemboca en la uretra. La unión de la uretra es conjunta con los conductos excretores de las vesículas seminales.

## **GLANDULAS SEXUALES ACCESORIAS**

Las glándulas sexuales accesorias son: 2 glándulas vesiculares, próstata y 2 glándulas bulbo uretrales. Las glándulas vesiculares son sacos alargados y huecos, miden de 15 a 20 cm. de largo y 5 cm. de diámetro. La próstata es una glándula simple, nodular, con dos lóbulos estrechos, conectada por un istmo delgado. Las glándulas bulbo uretrales se encuentran en cada lado de la uretra pélvica cerca del arco isquiático.

Fig. 39.- Esquema de la relación de las glándulas accesorias con respecto al hueso de la pelvis.

## **URETRA**

La uretra es un tubo que se extiende de la vejiga hacia la última porción del pene. La porción pélvica de la uretra esta cubierta por un músculo delgado llamado músculo uretral, que se contrae vigorosamente durante la eyaculación. La uretra termina en una extensión libre llamada proceso uretral. La uretra dentro del pene se encuentra rodeada por el cuerpo esponjoso, que es un área cavernosa de tejido eréctil. La uretra sirve como canal excretorio de la orina y el semen.

## **1.2 ORGANOS REPRODUCTORES EXTERNOS**

### **ESCROTO**

El escroto es una bolsa de piel conformado por dos sacos divididos por un rafe central. Está conformado por cuatro capas, la capa exterior es la piel que es más delgada que el resto del cuerpo. Debajo de la piel se encuentra la túnica dartos, esta formada por músculo liso y tejido conectivo. La tercera capa o fascia escrotal esta formada por tejido conectivo laxo. Esta capa proporciona una gran movilidad al testículo dentro del escroto. La capa mas interna es la túnica vaginal, es un saco membranoso que se extiende desde la cavidad abdominal y pasa a través del anillo inguinal hasta el final del escroto. Parte de esta membrana cubre parte del testículo y el epidídimo, también es parte del cordón espermático.

Los testículos se encuentran horizontalmente en el escroto rodeados por la túnica vaginal. La relajación y contracción del músculo cremáster es necesario por su función termo reguladora para la producción de espermatozoides.

Fig. 29.- Sección transversa vertical de el pene, escroto y testículo del garañón.

El sistema circulatorio del escroto esta constituido por ramas de la arteria y vena pudenda externa. La linfa es dirigida hacia el nódulo linfático inguinal superficial. La inervación se deriva de las ramas ventrales de los nervios lumbares segundo y tercero.

## **PENE**

El pene del caballo mide alrededor de 50 cm. de largo y de 3 a 6 cm. de diámetro. Durante la erección el pene dobla su tamaño. Tiene forma cilíndrica ligeramente comprimido lateralmente. Este se divide en tres porciones: la raíz que se encuentra adherida al hueso de la pelvis; el cuerpo es la porción principal del pene; y el glande que es su parte terminal. Los componentes estructurales del pene son el cuerpo cavernoso; cuerpo esponjoso que este continua hacia la corona del glande; uretra; músculo bulbo esponjoso; y vasos y nervios asociados al pene.

Fig. 33.- Esquema que muestra la parte izquierda del pene y su adhesión al isquion.

La raíz del pene se encuentra pegada a la tuberosidad isquiática y se extiende alrededor del par de músculos isquio cavernosos y se estabiliza por dos ligamentos suspensorios. Cuando se observa de manera transeccional podemos observar que la mayoría del cuerpo del pene está formada por el cuerpo cavernoso; el cuerpo esponjoso es la menor área, también rodea a la uretra; que al igual que el cuerpo cavernoso están formados por un tejido eréctil y de forma de esponja.

Fig. 34.- Corte transversal de la parte izquierda del glande.

## **2.- ENDOCRINOLOGÍA EN EL MACHO**

Las funciones de los órganos reproductivos del macho al igual que el de las hembras, están controladas por el sistema neuroendocrino. Este sistema incluye grupos especializados de células nerviosas y tejidos endocrinos encargados de producir las hormonas, que serán secretadas hacia la sangre y hacia su órgano blanco. El transporte de los espermatozoides del testículo a través del epidídimo y el conducto deferente; y el proceso de erección, emisión y eyaculación, son funciones que están controladas por el sistema nervioso autónomo.

### **EJE HIPOTALAMO-HIPOFISIS -TESTÍCULO**

El hipotálamo es parte de el diencefalo del cerebro, este tiene variadas funciones entre las cuales se encuentra la de controlar la producción de hormonas. La hipófisis se extiende por debajo del hipotálamo, esta subdividida en dos lóbulos; la adenohipófisis que sintetiza y descarga las hormonas que van a controlar los procesos reproductivos

en el macho y la hembra. La neurohipófisis, por otro lado, no produce hormonas pero funciona como reserva y almacenamiento de hormonas producidas por tejido neural dentro del cerebro. El hipotálamo y la adenohipófisis están conectados por un sistema venoso portal, que se extiende desde el hipotálamo a través del infundíbulo hasta el par distal.

Mientras exista una estimulación neural, el hipotálamo sintetiza y descarga un número de hormonas liberadoras, la hormona liberadora que se encuentra envuelta en la reproducción es la GnRH, esta es secretada por el hipotálamo en explosiones pulsátiles, que van a estimular a la adenohipófisis a producir LH y FSH. La LH va a estimular directamente a las células de Leydig para que se produzcan andrógenos principalmente testosterona. Los andrógenos son secretados en el torrente sanguíneo, donde causan el desarrollo de las características sexuales secundarias del macho, el desarrollo y mantenimiento del aparato reproductor masculino, suprimen la secreción de GnRH, LH y FSH por retroalimentación negativa sobre hipófisis e hipotálamo. La testosterona también es secretada en el túbulo seminífero, donde es necesaria para el mantenimiento de la espermatogénesis. La FSH interactúa con receptores en las células de Sertoli para causar la producción de proteína de unión de andrógenos (ABP) y es transportada junto con los espermatozoides hacia el epidídimo. Las células del epidídimo requieren concentraciones relativamente altas de andrógenos para funcionar de manera normal. La conversión de testosterona en dihidrotestosterona y estrógeno, la estimulación de la espermatocitogénesis, la terminación de la liberación de espermatozoides y la secreción de inhibina y activina. La inhibina secretada en el

torrente sanguíneo tiene un efecto de retroalimentación negativa sobre la FSH, pero no sobre la LH. Las células de Leydig también secretan oxitocina dentro del líquido intersticial.

Fig. 38.- Diagrama que muestra las interacciones de las hormonas hipofisarias y el testículo.

Al parecer la oxitocina facilita las contracciones rítmicas de los túbulos seminíferos que ayudan a la evacuación de los espermatozoides. La oxitocina es transportada dentro del espacio luminal por medio de las células de Sertoli.

### **3.- FISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DEL MACHO**

#### **INTRODUCCIÓN**

La producción y eyaculación de un número adecuado de espermatozoides para lograr la concepción es imperativo para la reproducción. Sin embargo desafortunadamente uno o más de estos órganos pueden fallar, es por eso que es necesario el conocer todo el funcionamiento de estos y como están regulados endocrinológicamente para reconocer el tipo de problema y resolverlo en el momento en que se presente.

## **ESPERMATOGÉNESIS**

La espermatogénesis es un proceso cronológico, muy largo en donde algunas espermatogonias divididas por mitosis van a producir espermatocitos primarios, que a su vez, pasa por una meiosis que reduce su contenido de ADN para producir espermátides, las cuales se transforman en espermatozoides.

La espermatogénesis en el caballo dura 57 días y la podemos dividir en tres fases: espermatocitogénesis, espermiogénesis, espermiación.

Fig. 36.- Fases de la espermatogénesis.

## **ESPERMATOCITOGÉNESIS**

En el macho durante la fase fetal se forman los gonocitos, estos gonocitos antes de la pubertad se diferencian para formar las espermatogonias tipo A, de las cuales se originan otras células germinales. Las espermatogonias tipo A se dividen progresivamente para formar los tipos A1, A2, A3, A4. Los tipos A4 se dividen una vez más para formar espermatogonias intermedias, y se dividen de nuevo para formar los tipos B. En el caso del garañón solo existen tres tipos de A en lugar de cuatro. Los tipos A2 no solo producen las células germinales que darán origen a los espermatozoides sino que también se diferencian en tipo A1, para reponer la población. Las espermatogonias tipo B se dividen dos veces (B1, B2) para formar los espermatocitos primarios, los cuales duplican su ADN y experimentan cambios celulares progresivos de la profase meiótica conocidos como proleptoteno, leptoteno, cigoteno, paquíteno y diploteno, antes de dividirse y formar espermatocitos secundarios.

Sin una síntesis de ADN posterior los espermatocitos secundarios se dividen para formar las células haploides llamadas espermátides.

## **ESPERMIOGÉNESIS**

Las espermátides redondas, se transforman en espermatozoides por una serie de cambios morfológicos los cuales se pueden dividir en 4 etapas; fase de Golgi, de encasquetamiento, acrosómica y de maduración.

La fase de Golgi se caracteriza por la formación de gránulos proacrosómicos dentro del aparato de Golgi, los cuales se juntan para formar uno solo. Estos se adhieren y forman el gránulo acrosómico resultante a la envoltura nuclear. También se observan las etapas tempranas de la formación de la cola en el polo opuesto al de la adhesión del gránulo acrosómico. En el centriolo proximal se acerca más al núcleo. Se cree que ahí forma una base para la unión entre la cola y la cabeza.

La fase de encasquetamiento se caracteriza por la dispersión del gránulo acrosómico adhesivo en la superficie del núcleo de la espermátide, este se continúa hasta dos tercios de la porción anterior del núcleo, quedando cubiertos por un delgado saco membranoso de doble capa que se adhiere íntimamente a la envoltura nuclear. En esta fase los componentes axonémicos en desarrollo de la cola, formados a partir de elementos del centriolo distal, se alargan más allá de la periferia del citoplasma celular.

La fase acrosómica se caracteriza por cambios en los núcleos, los acrosomas y las colas. Los cambios nucleares incluyen la condensación de la cromatina en gránulos densos y remodelación del núcleo, de esferoide a alargado y aplanado. El acrosoma adherido al núcleo, también se condensa y se alarga en una forma que concuerda con la de este, con la ayuda de las células de Sertoli los cambios en la morfología nuclear se acompañan de desplazamiento del citoplasma hacia la parte caudal del núcleo. Dentro del citoplasma, los microtúbulos se asocian y forman una vaina cilíndrica temporal llamada manguito, que se proyecta en sentido posterior desde el borde caudal del acrosoma, donde rodea laxamente el axonema. Dentro del manguito cilíndrico se forma el anillo citoplasmático, que se forma cerca del centríolo proximal que después va a emigrar en sentido posterior a lo largo de la cola. Las mitocondrias, que antes estaban distribuidas por todo el citoplasma de la espermatíde, comienzan a concentrarse cerca del axonema donde forman la vaina que caracteriza al segmento medio de la cola.

Fig. 31.- Corte histológico del túbulo seminífero del garafón.

La fase de maduración comprende la transformación de las espermatídes alargadas en células que serán liberadas en la luz de los túbulos seminíferos. Dentro del núcleo, los gránulos de cromatina experimentan condensación progresiva hasta que se transforman en un material homogéneo que llena todo el núcleo. Alrededor del axonema se forma una vaina fibrosa desde el cuello hasta el inicio del segmento caudal. El anillo citoplásmico migra distalmente desde su posición adyacente al núcleo, a lo largo de la cola, hasta un punto en que más tarde separará el segmento medio del

segmento principal de la cola. Las mitocondrias se empacan apretadamente en una vaina continua que se extiende desde el cuello hasta el anillo citoplásmico. Durante las últimas etapas el manguito desaparece y las células de Sertoli forman entonces el citoplasma restante después de alargarse la espermatíde para convertirse en un lóbulo esferoide llamado cuerpo residual. Este lóbulo de citoplasma, que permanece unido a la espermatíde alargada por medio de un delgado filamento citoplásmico, también esta interconectado con otros cuerpos residuales mediante puentes intercelulares. Con la formación del cuerpo residual se completa la maduración final, y las espermatídes alargadas están listas para ser liberadas como espermatozoides.

## **ESPERMIACIÓN**

Las espermatídes alargadas, que se orientan perpendicularmente a la pared tubular, sobresalen poco a poco hacia la luz del túbulo. Los lóbulos de citoplasma residual, permanecen incluidos en el epitelio. La extrusión de los componentes espermáticos continúa hasta que un solo delgado tallo de citoplasma conecta al cuello de la espermatíde con el cuerpo residual. Después de la liberación de los espermatozoides, los cuerpos residuales son eliminados rápidamente por las células de Sertoli.

## **CICLO DEL TUBULO SEMINIFERO**

En el caso del caballo por medio de cortes histológicos de testículos se ha determinado que cada corte dentro del mismo túbulo es diferente. Se han reconocido 8 diferentes asociaciones celulares en 4 a 5 estados diferentes de maduración. Cada corte es una generación de células germinales, el cual es 12.2 días más desarrollado que el corte anterior. Las células presentes en cada asociación celular pueden ser determinadas leyéndola en forma de columna desde la lámina propia hacia el lumen del tubo. Esta progresión a través de la asociación de células ocurre repetidamente y puede ser predecida. La serie completa de estas asociaciones es el llamado ciclo del epitelio seminífero. Para que una espermatogonia A1 se transforme en espermatozoide tarda 57 días, es decir que se necesitan de 4.7 ciclos de 12.2 días para que esto se lleve a cabo.

Fig. 37.- Ciclo del túbulo seminífero.

## **PRODUCCIÓN DIARIA DE ESPERMATOZOIDES (PDE)**

La (PDE) es el número de espermatozoides producido por los testículos. La eficiencia de producción de espermatozoides esta dada por el número de espermatozoides producido por gramo de parénquima testicular. Al igual que la hembra la producción diaria de espermatozoides en macho esta mayormente influenciada por la temporada del año, sobre todo en garafiones de mayor edad. La producción dentro del periodo de Septiembre a Febrero es relativamente baja; y esta aumenta en marzo y alcanza su máxima producción durante mayo y junio, puesto que los valores de julio y

agosto son marcadamente bajos. Sin embargo la PDE no esta influenciada por la frecuencia de uso del semental. La eficiencia de producción de espermatozoides en el garañón durante la temporada reproductiva es en promedio de 19 millones de espermatozoides por día por gramo de parénquima testicular, y declina en promedio hasta 15 millones por día por gramo fuera de la temporada.

### **CAMBIOS EN EL EPIDÍDIMO**

Los espermatozoides testiculares son transportados desde el testículo hasta el epidídimo. Dentro del epidídimo los espermatozoides experimentan un proceso de maduración, estos son mantenidos e influenciados por andrógenos testiculares. Entre los cambios funcionales que ocurren durante el tránsito epididimario de espermatozoides se incluye la maduración de organelos celulares. Por ejemplo el aumento de la motilidad se debe a los cambios metabólicos en el aparato flagelar. Aunque los espermatozoides maduros dentro del epidídimo son relativamente inmóviles al momento en que se extraen se manifiesta su motilidad. El rápido avance hacia el frente se observa primero en la mitad del cuerpo del epidídimo en unos pocos espermatozoides, y se va aumentando en la cola del epidídimo y el conducto deferente. Los componentes secretorios de las células epiteliales que revisten el epidídimo, probablemente prolongan la supervivencia de los espermatozoides impidiendo un metabolismo innecesario, por lo tanto permanecen prácticamente inmóviles. El paso desde la cabeza, cuerpo y cola se debe más que nada a las contracciones del músculo liso que reviste al epidídimo. Al parecer, la proteína de motilidad hacia el frente es importante para el logro de motilidad progresiva. El tránsito a través del epidídimo se

asocia con cambios significativos en la cromatina del núcleo espermático durante su paso a través de este. A su vez la inclusión o gota citoplasmática emigra desde la región del cuello hasta un sitio cercano al anillo citoplásmico. La presencia de la inclusión en espermatozoides eyaculados es indicativa de inmadurez. Los cambios en el acrosoma se limitan a una reducción en sus dimensiones.

Dentro del epidídimo en la parte de la cola se almacena cerca de 54 billones o 61% de la cantidad total del número de espermatozoides hallados en el sistema excurrente, mientras en el conducto deferente contiene solo 2%.

El paso a través de la cabeza hacia el cuerpo del epidídimo no se encuentra influenciado por la eyaculación, y dura en promedio 4.1 días en el garañón.

## **EYACULACIÓN**

El proceso de eyaculación envuelve en tres procesos secuenciales: erección, emisión y eyaculación.

La erección inicia a partir de que el semental observa a la yegua o es recelada, esto provoca una respuesta en el cerebro. Impulsos parasimpáticos pasan por el segundo, tercero y cuartos segmentos sacros de la espina dorsal, vía nervios esplénicos hacia el pene. Estos estímulos van a provocar la dilatación de las arteriolas del pene. Esto provoca que aumente la entrada de sangre al cuerpo cavernoso y cuerpo esponjoso del pene. Consecuentemente los músculos del pene (isquio cavernoso, bulbo esponjoso y uretral) contraen y comprimen la vena profunda y dorsal

del pene hacia el arco isquiático, impidiendo el retorno venoso de los cuerpos cavernosos. Esto deriva en que la sangre va a llenar y distender el cuerpo cavernoso y esponjoso, y por ende resulta el alargamiento del miembro.

En el garañón la emisión provocada por impulsos simpáticos, y la eyaculación provocada por impulsos parasimpáticos, ocurre a manera de fuertes contracciones pulsátiles de los músculos bulbo esponjoso y uretral. En forma secuencial podemos decir que la próstata secreta un líquido transparente hacia la uretra pélvica, es probable que este líquido sea eyaculado como parte de la fracción de espermatozoides. Después la emisión y eyaculación de la fracción de espermatozoides ocurre. Esta fracción consiste en secreciones del epidídimo y espermatozoides, líquido prostático y bulbo uretral. Normalmente ocurren de tres a seis descargas secuenciales de esta fracción. Después la fracción de gel que es derivada de las glándulas vesiculares es expulsada. Esta fracción de gel no se sabe su función exacta, ya que no es necesaria para la fertilidad. Algunos eyaculados en especial los segundos, después de un periodo de 2 horas pueden no contener esta fracción, y en caso de contenerla es mínima.

#### **4. EXAMEN REPRODUCTIVO EN EL MACHO**

Numerosos factores afectan la capacidad reproductiva como nutrición, edad, estado de salud, temporada, libido y raza. Muchas veces tenemos que reconocer que la fertilidad también puede ser afectada por el tipo de manejo que le damos al semental.

En el caso del garañón y a diferencia de la hembra el examen que se le realiza tiende a ser más a probar su capacidad reproductiva, en este caso evaluando el semen. La producción diaria de esperma y su rendimiento están relacionados con el tamaño testicular, consistencia y frecuencia de eyaculados, de este modo, cualquier evaluación al semen va a referirse a la función testicular y del epidídimo.

El momento adecuado para hacer un examen al semental es antes de la compra si es que se quiere utilizar como reproductor, antes de la temporada reproductiva, en cualquier momento que se sospeche de baja fertilidad, cuando se sospeche que el semental esta albergando alguna patología. En general se utilizan 2 tipos de evaluaciones. La primera es utilizando 2 eyaculados colectados en una hora de diferencia. El segundo se utilizan 2 eyaculados con una hora de diferencia, después un eyaculado diario por 6 o 7 días.

Los parámetros a medir en el examen pueden ser:

- ❖ La evaluación del volumen del gel.
- ❖ La fracción libre de gel.
- ❖ Volumen total del eyaculado.
- ❖ La concentración (millones por mililitro de la parte libre de gel).

Espermatozoides por eyaculado (billones).

- ❖ Porcentaje de motilidad progresiva.
- ❖ Morfología espermática.
- ❖ pH seminal.
- ❖ Numero de saltos por eyaculado y libido.

El comportamiento sexual y las características del semen en el garañón están influenciados por diversos factores como son la recela, interacción con otros caballos, dolor, miedo, edad, temporada, frecuencia de eyaculados, raza, experiencias durante la monta, manejo durante el entrenamiento, condición física, sanidad, concentración hormonal en sangre. Un buen garañón que exprese un adecuado comportamiento reproductivo es esencial para una eficiencia reproductiva al máximo.

El macho que responde adecuadamente a la presencia de una hembra en calor adecuadamente es aquel que, de inmediato tiene una erección, la mantiene mientras es lavado el pene, monta inmediatamente, copula vigorosamente y eyacula varias veces sin desmontarse. La recela es importante ya que muchas veces la yegua puede presentar signos de estro, pero el garañón que esta siendo recelado, al momento de oler las ferhormonas de la orina de la yegua, no presenta ningún interesen ella. Los encargados del garañón lo pueden asociar a que este tiene algún tipo de problemas, pero lo que sucede a veces, es que el macho tiene la capacidad de que por medio del olfato discernir si esa yegua esta lista realmente, o le falta o ya se paso del tiempo para ser montada.

El macho al estar en interacción con otros machos puede provocar que el otro sea más dominante y que al momento de que se encuentre con yeguas en calor el otro siempre termine por ganárselas y por tal motivo puede llegar a perder el interés. Pero si este se encuentra rodeado de puras hembras, auxilia a que el garañón gane confianza

y exprese libremente un comportamiento sexual adecuado. Si un garañón al momento de que esta siendo entrenado para dar sus primeras montas o para ser recolectado por primera vez, ocurre que lo patean las yeguas, el que lo esta manejando lo golpea o se le reprime al momento de que ve pasar una yegua, puede asociarlo con dolor y por ende siempre va tener miedo, y esto provocara que no tenga un comportamiento sexual adecuado.

La temporada tiene un gran efecto en las características del semen y sobre la conducta sexual del macho. En los meses de otoño-invierno el garañón le toma mas tiempo el llevara a cabo una monta y necesita mas montas para poder eyacular, que dentro de la temporada reproductiva. La edad muestra que los caballos de 2 y 3 años responden en menor tiempo que aquellos con más edad, pero los machos jóvenes tienden a tener mayores problemas al momento de dar montas ya que lastiman con mayor frecuencia a las hembras que los machos más viejos. Aparentemente el usar a los machos jóvenes puede provocar que queden afectados permanentemente por haber sido golpeados y heridos al momento del apareamiento que los machos con mayor edad.

La condición física y corporal también es importante ya que un caballo que esta en sobre peso, estabulado sin ningún trabajo físico tendrá mayores problemas al momento de las montas. Además si el caballo tiene algún problema músculo esquelético como osteoartritis no podrá el llevar a cabo las montas.

## 5. PATOLOGIAS DEL APARATO REPRODUCTIVO DEL MACHO

### 5.1 ENFERMEDADES CONGENITAS

#### CRIPTORQUIDISMO

Es una condición en la cual uno o ambos testículos fallan al momento de descender dentro del testículo. El testículo retenido es aespérmico porque la espermatogénesis es inhibida por la elevada temperatura, pero la producción de andrógenos por las células de Leydig continúa, por tal motivo los caballos criptorquídicos desarrollan características sexuales y comportamiento masculino. Los mecanismos por los cuales los testículos no descienden en el caballo es debido a la inadecuada estimulación gonadotrópica, testículos defectuosos, impedimento mecánico y genéticos.

Estos caballos no deben ser usados para reproducción, y es recomendable la castración y una cirugía del canal inguinal para extirpar el testículo que no descendió.

### 5.2. ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

Las enfermedades bacterianas generalmente son de tipo secundario en el garañón. Las bacterias que se han aislado dentro del tracto reproductivo del garañón son: *Streptococcus zooepidemicus*, *Streptococcus equi*, *Pseudomona mallei*, *Salmonella abortus equi* y *Brucella abortus*. Un tipo de infección puede ser causada por una peritonitis que se contrae por la vía del canal inguinal. Algunas heridas penetrantes pueden provocar que organismos bacterianos se introduzcan con facilidad y causen alguna infección, algunos signos de estas son inflamación, calor, tensión, dolor al tacto,

fiebre y edema; puede desarrollarse supuración y necrosis en el tejido. Cuando el testículo es afectado puede haber una marcada degeneración testicular como secuela, se manifiesta por oligoespermia o azoespermia y una eventual disminución del tamaño testicular.

El tratamiento es en base a antibióticos y antiinflamatorios. En las orquitis bacterianas frecuentemente es necesaria la castración.

### **METRITIS CONTAGIOSA EQUINA**

La causa de esta enfermedad es la bacteria *Taylorella equigenitalis*. Esta es la única bacteria venérea detectada en el caballo. Es altamente contagiosa, su transmisión es horizontal, por vía coito.

En comparación con las hembras, los garañones no presentan síntomas o signos clínicos, más bien funcionan como transmisores asintomáticos. Por tal motivo, lesiones y signos clínicos asociados a esta enfermedad están ausentes.

### **HIDROCELE**

Se refiere a una colección anormal de fluido seroso transparente entre las placas parietal y visceral de la túnica vaginal. El hidrocele puede presentarse como edema inflamatorio o no inflamatorio.

El diagnóstico inicial es en base a palpación del escroto. El hidrocele se siente como un bolsa larga y comprimible, después se remueve el líquido, el introducir una aguja es un factor de riesgo para introducir una infección. El hidrocele persistente puede ocasionar una disfunción del epidídimo y del testículo.

### **5.3 ENFERMEDADES PARASITARIAS**

#### **DURINA**

Es una enfermedad venérea causada por *Tripanosoma equiperdum* transmitida a través del coito, es de curso crónico.

Como signos clínicos se produce una reacción inflamatoria en los órganos genitales externos a menudo en el saco testicular hay edema, en la uretra sale moco gris transparente o gris amarillo. Los bordes del meato urinario también suelen estar hinchados y enrojecidos, más tarde se forman nódulos aislados o agrupados de la mucosa, del tamaño de lentejas que se transforman en úlceras circulares y planas. Estas úlceras pueden curarse dejando manchas blancas. Puede haber manifestaciones nerviosas como hiperestesia, hiperalegesia, al caminar se muestran envarados y tensos, en casos excepcionales hay una anestesia generalizada y por lo regular sobrevienen parálisis de nervios motores y consecuentemente viene la muerte.

## **HABRONEMA**

Esta enfermedad es causada por las larvas de habronema. Estas pueden excavar dentro del proceso uretral, que es atractivo para las moscas por su superficie húmeda. En casos leves puede haber pocos signos clínicos. Se puede encontrar edema localizado que afecta el proceso uretral, inflamación alrededor del prepucio, exudado, hemospermia, puede haber una reacción granulomatosa, en casos crónicos puede haber un poco de ulceración y las lesiones caseosas típicas están diseminadas por el sitio afectado. El tratamiento puede ser en base a ivermectinas.

Fig. 42.- Lesiones en el pene por habronema.

## **5.4 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS**

### **HERPES VIRUS EQUINO 3**

Es una enfermedad venérea causada por un herpesvirus EHV-3(rinoneumonitis). Las lesiones se encuentran únicamente en los genitales externos tanto en yeguas como en garañones. Se forman pequeñas vesículas o pústulas de 5-15 mm. circulares, de un color grisáceo. Después de unos días, las vesículas o pústulas se convierten en úlceras. Ocasionalmente se puede observar a los genitales hinchados y edematosos. La enfermedad desaparece de 3 – 5 semanas. Pueden quedar áreas despigmentadas como secuelas. La enfermedad se observa clínicamente durante la temporada reproductiva ya que se transmite por vía coito, inseminación artificial o palpación rectal usando material contaminado.

El tratamiento en reposo y aplicaciones diarias de pomadas en las lesiones sobre todo en la fase aguda ya que estas pueden ser muy dolorosas. Esta enfermedad se puede prevenir mediante vacunación.

### **ARTERITIS VIRAL EQUINA**

Esta enfermedad puede ser portada por garañones y ser asintomática. Los signos pueden variar desde fiebre, signos respiratorios y oculares, edema de las extremidades y aborto. El agente etiológico es un *Pestivirus* de la familia *Togaviridae*. El garañón puede en ocasiones exhibir signos clínicos en los genitales tales como edema prepucial y escrotal. No existe un tratamiento contra esta enfermedad ya que al cabo de un periodo de descanso el caballo se recupera espontáneamente. Se debe seguir un tratamiento para evitar infecciones bacterianas secundarias.

## **5.5 NEOPLASIAS**

### **MELANOMAS**

Los melanomas son tumores potencialmente metastásicos surgen de los melanicitos. Son más comunes en caballos tordillos viejos. Los tumores primero aparecen en la zona peri anal y se pueden hallar en prepucio y escroto.

### **SEMINOMAS**

Estos tumores surgen del epitelio germinal de los túbulos seminíferos. Son localmente invasivos, se distribuyen por los canales extratubulares e intratubulares. Hay un crecimiento testicular progresivo debido a las placas de células neoplásicas que

gradualmente reemplazan tejido testicular normal. Puede haber metástasis hacia la cavidad abdominal y torácica. El diagnóstico definitivo es en base a los hallazgos histológicos.

## **TERATOMAS**

Los teratomas son clasificados como tumores germinales debido a que se derivan de las células germinales pluri potenciales, son considerados benignos. Estos tumores generalmente son hallados en testículos criptorquidios.

## **TUMOR DE LAS CÉLULAS DE LEYDIG**

Estos tumores son raros en garrñones, son de carácter benigno. Los testículos pueden tener un foco solitario o múltiple. Si crece lo suficiente puede ser detectado. El crecimiento del tumor usualmente es limitado por la cápsula testicular. Los tumores son suaves homogéneos, ovalados o lobulados con una delgada cápsula, con un color amarillo cafésoso. La identificación del tumor es en base a la examinación histológica.

## **TUMORES DE LAS CÉLULAS DE SERTOLI**

Estos tumores se originan del epitelio seminífero debido a su origen a menudo se nombran adenomas tubulares. Son raros en los garrñones. Los tumores de las células de Sertoli usualmente secretan estrógenos.

Debido a la localización el tumor puede cambiar el tamaño y testículo afectado. Estudios de histología son necesarios para identificarlo, estos pueden llegar a ser malignos.

Foto 45.- Caballo con tumor de las células de Sertoli en estado avanzado.

### **NEOPLASIA DEL PENE**

La neoplasia del pene o el prepucio es rara en el garañón. Los tumores que más a menudo afectan el pene son los carcinomas de las células escamosas. Normalmente son benignos pero puede haber metástasis en los ganglios linfáticos regionales.

Foto 43.- Lesión de carcinoma de las células escamosas.

Otros tumores que pueden afectar el pene son melanomas, sarcoides y hemangiomas. Si la lesión es localizada debe obtenerse una muestra para estudio de histopatología. Generalmente los carcinomas de células escamosas aparecen sobre piel no pigmentada y tienen una apariencia erosionada. En los estadios tempranos, se pueden tratar por medio de una incisión mediante criocirugía.

### **3. METODOS DE REPRODUCCIÓN EN EQUINOS**

Después de haber detectado los signos de estro y haber elegido el momento óptimo para la cubrición, se elegirá el método por el cual la yegua será cubierta. Esto dependerá de las posibilidades y resultados obtenidos anteriormente con cada uno de los métodos.

#### **1. MONTA NATURAL**

Aunque se han desarrollado técnicas efectivas de inseminación artificial en el equino, existen diversas razones, tanto fisiológicas como legales por las cuales la mayor parte de los servicios continúan haciéndose por monta natural. Antes de realizar el servicio se debe preparar tanto al macho como a la hembra. En el caso del macho es necesario lavar el pene, lo cual generalmente se hace con agua tibia para evitar dañar la flora genital normal. Únicamente cuando haya un gran acumulo de esmegma sobre el pene será necesario jabón suave no bacteriostático para su limpieza. En el caso de la yegua se debe lavar la zona perineal y se debe vendar la cola para evitar laceraciones en los genitales de ambos animales.

Generalmente el semental se aproxima a la yegua manteniendo el cuello arqueado y la cola levantada. El macho generalmente patea y emite largos y ruidosos relinchidos a medida que la distancia se aminora. Cuando se encuentra junto a la hembra el semental comienza a olfatear, flancos, región genital y orina de la yegua.

Después del contacto oronasal, con la orina de la hembra el garañón manifiesta el característico signo de flehmen, que consiste en levantar la cabeza, replegando los labios en forma que se observen los dientes. Con este movimiento el macho facilita el paso de ferhormonas contenidas en la orina hacia el órgano vomeronasal encargado de captarlas. Generalmente el macho continúa lamiendo y moviendo la cabeza, hombros, regiones axilares, abdomen, flancos, área inguinal y perineal de la hembra.

Simultáneamente al cortejo se da gradualmente la erección del pene, de tal forma que al inicio de la mitad de su longitud se encuentra cubierta por la funda interna del prepucio, la cual se vuelve menos aparente conforme progresa la erección. Una vez que el garañón presenta erección total el pene se coloca a un lado de la yegua para posteriormente llevar a cabo la monta.

Al inicio de la monta el semental se impulsa con los miembros posteriores elevándose hasta apoyarse sobre el lomo de la hembra colocando los miembros anteriores a los flancos de la yegua para tener mayor apoyo, una vez montado el semental estrecha los miembros anteriores alrededor de las crestas iliacas de la hembra e inclina el esternón sobre la región sacra, presionándola con suavidad y manteniendo la cabeza contra las crines de la yegua. La penetración del pene ocurre después de varios intentos de empuje, durante los cuales los miembros posteriores se mantienen firmes para equilibrar el peso durante el apareamiento. Después de la introducción del pene el glande se ensancha y toma forma de plato o zeta.

La eyaculación ocurre después de varios empujes profundos intravaginales.

La duración de la eyaculación es de 30 –60 segundos durante los cuales la cola del macho se eleva y baja en un característico movimiento conocido con el nombre de bandereo. Después de la eyaculación el garañón descansa unos segundos sobre el costado de la yegua antes de desmontar. Después de desmontar el pene permanece fuera de la vaina pero en estado relajado, teniendo el glande aún forma de zeta. Por lo general el semental necesita un periodo de descanso mínimo de dos horas antes de dar otra monta.

Video 4.- Monta natural dirigida o asistida.

Video 5.- Monta natural en el corral.

## **2. METODOS DE SONCRONIZACIÓN EN YEGUAS**

Existen muchas drogas y análogos hormonales en el mercado actualmente, que pueden ser utilizados en la hembra para eficientar y sincronizar estros. Entre los que se encuentran: progestágenos, prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ), gonadotropina coriónica humana (hCG), hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y estrógenos. El uso de estos fármacos se ha incrementado sobre todo en aquellas estaciones de cría que utilizan la inseminación artificial.

El uso de progesterona o progestágenos en la yegua es una práctica común ya que se ha visto que se tiene gran aplicabilidad para controlar los ciclos reproductivos en

yeguas en transición de temporada reproductiva, sincronizar ciclos y suprimir el estro en yeguas deportivas.

La prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) fue el primer fármaco que se utilizó para influir en el ciclo estroal en yeguas por Douglas y Ginther en 1972. Una sola inyección de  $PGF_{2\alpha}$  en diestro provoca una rápida luteólisis y un retorno al estro en 3 días aproximadamente. En la actualidad se usan análogos que reducen los efectos indeseables y son más baratos.

La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una proteína que tiene efectos similares a la hormona luteinizante (LH). Esta hormona la producen los citotrofoblastos del corion de la placenta humana. Cuando se le administra a la yegua su efecto es el de acortar el estro y promover la ovulación dentro de las 36- 48 post inyección, en folículos mayores de 35 mm. El principal rol de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) es el de estimular la secreción de FSH y LH. Así que su uso se justifica cuando se necesita una secreción extra de estas. También se utiliza para iniciar el crecimiento folicular en yeguas en anestro o en yeguas que fallan en el desarrollo de folículos durante la temporada reproductiva, otro uso es el de inducir la ovulación de los folículos preovulatorios.

Los estrógenos son hormonas esteroideas que son producidos principalmente en los folículos ováricos y en la unidad feto placentaria. El principal estrógeno que se utiliza en la clínica es el 17 $\beta$ -estradiol.

### Yeguas en transición:

Debido a que en la etapa de transición de los meses de febrero y marzo, existe un desequilibrio hormonal, por lo que los ciclos que se presentan son irregulares y pueden ser infértiles. Estas hembras deben de ser expuestas a 16 hrs. de luz por 60 días antes de iniciar el tratamiento. Al momento de iniciar el tratamiento se debe verificar que la yegua tenga folículos de al menos 2-2.5 mm. Posteriormente se administra progesterona combinada con 17 $\beta$ -estradiol por 10 días consecutivos y al día 10 se administra una dosis de PGF<sub>2a</sub>. El estro aparece a los 3 días de terminado el tratamiento. Se puede administrar hCG cuando la yegua presente un folículo mayor a los 35mm.

Otro método que se utiliza es similar. Las hembras reciben una dosis diaria de altrenogest (progesterona sintética) por 15 días. Al igual que el otro método es requisito que la yegua presente folículos de al menos 2-2.5 mm. y que presente signos de estro.

### Yeguas cíclicas.

En yeguas que están ciclando normalmente se pueden utilizar los mismos métodos anteriormente mencionados. Sin embargo se pueden modificar como es el caso del altrenogest (progesterona sintética) por 15 días, en este caso se administra por 10 días y al día diez se administra una dosis de PGF<sub>2a</sub>.

Otro método utilizado es el de dar dos inyecciones de PGF2a en un intervalo de 14-15 días. Se puede administrar una sola dosis de PGF2a al día 5 después de la ovulación para acortar el intervalo entre ovulaciones. Al momento de que la hembra entre en calor y tenga un folículo de al menos 35 mm. se puede administrar una dosis de hCG o de GnRH para acortar los tiempos de ovulación. Sin embargo es importante mencionar que no se deben de aplicar más de 2 veces por temporada ya que se produce antigenicidad y puede provocar que las hembras ya no produzcan esta hormona de manera natural y entren en un periodo llamado refractario.

### **3 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La inseminación artificial es la técnica individual más importante creada para el mejoramiento genético de los animales, mejor aprovechamiento del semental, y la evaluación inmediata del semen.

Esta técnica consiste en colectar el semen de un garañón e introducirlo en el cuerpo del útero de la yegua. El semen puede ser frío, fresco o congelado.

### 3.1 COLECCIÓN DE SEMEN

La producción de semen de alta calidad depende en gran medida del mantenimiento de los machos en buenas condiciones. La alimentación tiene un notable efecto sobre la rapidez del desarrollo sexual en los animales domésticos.

Y el tamaño testicular es importante ya que tiene una elevada correlación con el potencial de producción de espermatozoides. En los garañones es posible coleccionar semen de calidad a la edad de 24 meses. La colecta adecuada del semen es de gran importancia en los programas de inseminación artificial, para ello se requiere programar a los machos a intervalos óptimos, prepararlos sexualmente y aplicar técnicas correctas.

Para la colección de semen es necesario contar con una hembra que se encuentre en la etapa receptiva del estro, o con un maniquí de montas si el garañón se encuentra bien entrenado. La yegua utilizada para la colección, debe prepararse vendándole la cola, para evitar laceraciones en los órganos externos y poniéndole un tirapié, evitando lastimar al semental o al operador al momento del cortejo y colección.

Video 6.- Limpieza de la yegua que va a ser inseminada o que se utilizara para coleccionar al garañón.

Para poder utilizar un maniquí el macho debe ser entrenado durante varias semanas o meses, dependiendo de su libido, estimulándolo con la presencia de una

yegua en estro para acostumbrarlo poco a poco a montar el maniquí. En presencia de la yegua en celo, el garañón tendrá una erección, que es aprovechado para lavar el pene, retirando el esmegma acumulado, que se encuentra en el prepucio, pene y glande, con agua tibia y posteriormente se seca.

Video 7.- Limpieza del garañón que va a ser colectado.

El mejor procedimiento para la colecta de semen es el uso de una vagina artificial, que simula una cópula natural, los modelos más utilizados son: vagina tipo Colorado y tipo Missouri.

Foto 7.- Vagina artificial tipo colorado.

Foto 8.- Vagina artificial tipo Missouri.

Esta vagina proporciona temperatura, presión y lubricación adecuada para provocar la eyaculación. La vagina artificial para los garañones es más grande que la de otros animales a fin de dar cabida al pene vascular- muscular erecto. Existen varios modelos, pero todas se conforman de un cuerpo rígido, una manga de látex, un recipiente de semen, un filtro, válvula de presión, ligas y una camisa protectora del colector del semen. La vagina debe llenarse parcialmente con agua para producir una temperatura interna de 46 –48°C, dependiendo del tipo de vagina.

Se deja un espacio de aire conectado a la válvula, a fin de permitir la expansión del revestimiento cuando el pene está dentro de la vagina artificial y aumenta la presión.

Esta última y la fricción estimulan al caballo a eyacular. Se debe tomar en cuenta que existen preferencias individuales, tanto de temperatura como de presión.

Las recomendaciones que deben tomarse en cuenta son, que todos los componentes de la vagina artificial, deben lavarse con jabón quirúrgico y agua destilada y al momento de la colección deben estar completamente secos. Verificar que la vagina esté correctamente armada, checar que su temperatura interna sea la correcta con termómetro y que este muy bien lubricada. Mantener todo el material de laboratorio que se utilizará en una incubadora a temperatura corporal hasta el momento en el que se realice la evaluación del semen. Una vez que todo está preparado, se requieren por lo menos 3 personas, uno para manejar la yegua, otro para el semental y el operador de la vagina artificial. Al momento de presentar al semental ante la yegua, y que este se encuentre excitado y presente la erección del pene, el semental se monta sobre la yegua o el maniquí, y un operador debe colocarse de costado desviando el pene hacia la vagina artificial. La vagina debe sostenerse en un ángulo que le agrade al semental, manipulándola de arriba hacia abajo, en contra del abdomen del macho, logrando con esto una mejor estimulación sexual. El momento de eyaculación del semental se asocia con las pulsaciones emitidas en la base del pene y un movimiento característico de la cola conocido como "bandereo". La vagina se retira hasta que termine la eyaculación y el pene del animal haya perdido su erección, cuidando que la vagina se mantenga casi vertical, para permitir que el semen fluya al vaso colector y evitar la pérdida de semen.

Los garañones expulsan grandes cantidades de espermatozoides en cada eyaculado y agotan con rapidez sus reservas epididimarias. Se recomienda que las colectas regulares no se realicen con mayor frecuencia que cada tercer día. En caso de requerirse eyaculados diarios durante varios días, se recomienda un breve reposo sexual de dos a tres días.

Video 8.- Recolección de un semental utilizando la vagina artificial tipo colorado valiéndose de una yegua en calor.

### **3.2 EVALUACIÓN DEL SEMEN**

El espermatozoide del equino es muy frágil, por el cual el recipiente colector no debe exponerse a la luz directa ni a cambios bruscos de temperatura. Para ello se debe mantener dentro de una incubadora a baño maría a una temperatura de 38°C.

Ya en el laboratorio, la evaluación del semen debe realizarse lo más rápido posible después de su colección, ya que el líquido seminal altera la motilidad espermática, por lo cual se recomienda añadir de 50 a 100 ml de diluyente antes de la evaluación para proporcionar un ambiente más favorable para los espermatozoides. Las muestras de semen se examinan en cuanto a diversas características físicas, como color, olor, viscosidad y pH. El volumen total de eyaculado es de 60 – 70 ml con un rango (30 a 300 ml), su color es blanco pálido con apariencia de leche descremada, registrar la presencia de alteraciones como sangre o pus.

El pH del semen equino es ligeramente básico con rango de 7.2 – 7.7, un pH alto en la muestra del semen puede asociarse a la contaminación de orina, jabón o con lesiones inflamatorias del aparato genital interno.

Video 9.- Se muestra todas las pruebas que se realizan en el semen para su enpajillado en macrotubos y posteriormente su congelamiento.

### **MOTILIDAD PROGRESIVA**

Los espermatozoides son células altamente especializadas bien adaptadas para realizar un solo objetivo: la fecundación del óvulo.

La motilidad progresiva es la primera variable que es revisada, ya que existe una alta correlación entre el porcentaje de motilidad progresiva con la fertilidad. El examen de la motilidad consiste en la evaluación visual del porcentaje de las células móviles y la calidad de la motilidad de espermatozoides individuales. Se debe diluir el semen antes del examen, ya que los espermatozoides tienden a aglutinarse en condiciones naturales, lo cual no permite evaluarlos. Una vez diluido, se observa la muestra en el microscopio (400 X) con una platina precalentada y se le da una calificación en porcentaje. El porcentaje normal de motilidad progresiva es de un 75%, con un rango de 60 a 95%.

## **CONCENTRACIÓN**

La concentración espermática, es la determinación del número de espermatozoides por mililitro de semen. Su evaluación se realiza por medio de un hemocímetro, utilizando una sustancia espermicida, como formalina amortiguada, para realizar el conteo espermático. Se debe realizar una dilución 1:200 de semen.

## **MORFOLOGÍA**

La mayor parte de las muestras de semen contienen algunos espermatozoides de estructura anormal. Para el examen de la morfología de los espermatozoides se usa una tinción de eosina-nigrosina, la cual ofrece la posibilidad de detectar la viabilidad de los espermatozoides. Se observan al azar un mínimo de 100 espermatozoides, contando cuantos de ellos son normales y cuantos anormales.

Las anomalías se clasifican en primarias, que son las que se originan durante la espermatogénesis y ocurren en el testículo. Los defectos de la cabeza y parte media del cuerpo son considerados como anomalías primarias. Las anomalías secundarias ocurren durante el transporte seminal y comúnmente involucran la cola, y la presencia de gota citoplasmática medial y distal.

Se considera que más del 10% de las anomalías primarias y 20% de las secundarias en el semen pueden alterar la fertilidad.

### 3. PRESERVACIÓN DEL SEMEN

La preservación del semen se realiza en aquellos casos donde se requiere guardar material genético valioso sin importar la época del año, distancia y lugar donde se encuentre la yegua o el garañón. La preservación del semen puede ser en frío o congelado.

#### SEMEN EN FRÍO

Es recomendable que al colectar el semen, se utilice un filtro de acuerdo al modelo de la vagina artificial, para evitar que pase la tercera fracción del eyaculado (porción de gel).

Para almacenar semen frío, existen varios diluyentes que permiten conservar el semen equino durante varios días. Los diluyentes más comunes son aquellos que están elaborados a base de leche descremada y glucosa a la que se le añaden antibióticos para reducir el número de bacterias que contaminan la muestra.

Los antibióticos utilizados en diluyentes equinos son:

| NOMBRE                  | DOSIS             |
|-------------------------|-------------------|
| Sulfato de polimixina B | 200 a 1000 UI/ml  |
| Penicilina cristalina   | 1000 a 1500 UI/ml |
| Estreptomicina          | 150,000 mg/ml     |

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Sulfato de gentamicina | 100 a 1000 mg/ml |
| Sulfato de amikacina   | 100 a 1000 mg/ml |
| Ticarcilina            | 100 a 1000 mg/ml |

A estos antibióticos es necesario que se les agregue una sustancia buferada (bicarbonato de sodio) para ajustar el Ph.

Fórmulas de diluyentes usados en la preservación del semen equino.

#### FORMULA 1

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Leche descremada y deshidratada     | 2.4 g         |
| Glucosa                             | 4.9 g         |
| Penicilina cristalina               | 150,000 UI    |
| Estreptomicina                      | 150,000 mg/ml |
| Agua destilada o demonizada estéril | c.b.p 100 ml  |

#### FORMULA 2

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Leche descremada y deshidratada | 2.4 g |
| Glucosa                         | 4.9 g |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Sulfato de gentamicina     | 150,000 UI   |
| NaHCO <sub>3</sub> al 8.4% | 2 ml         |
| Agua destilada             | c.b.p 100 ml |

Se debe agregar el antibiótico por último, por lo menos dos minutos antes de usar el diluyente para evitar la acidez del antibiótico corte la leche.

Todo el material que vaya a estar en contacto con el semen debe estar a temperatura de 37 a 38°C antes de mezclarlo con el semen. La mezcla debe realizarse cuidadosamente, dejando resbalar el semen o el diluyente por las paredes de las probetas. Después se realiza un movimiento de rotación para homogenizar la mezcla.

A continuación se muestran varias diluciones para obtener concentraciones ideales de semen diluido para almacenamiento de acuerdo a las concentraciones iniciales de espermatozoides.

| CONCENTRACIÓN INICIAL(millones/ml) | DILUCIÓN               | CONCENTRACIÓN FINAL(millones /ml) |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 100 – 115                          | 1 semen<br>2 diluyente | 33.8 – 38.3                       |
| 120 – 155                          | 1 semen<br>2 diluyente | 40.0 – 51.7                       |
| 160 – 205                          | 1 semen                |                                   |

|           |             |             |
|-----------|-------------|-------------|
|           | 3 diluyente | 40.0 – 51.3 |
| 210 – 255 | 1 semen     |             |
|           | 4 diluyente | 42.0 – 51.0 |
| 260 – 300 | 1 semen     |             |
|           | 5 diluyente | 43.3 – 50.0 |
| 305 – 350 | 1 semen     |             |
|           | 6 diluyente | 43.6 – 50.0 |
| 355 – 400 | 1 semen     |             |
|           | 7 diluyente | 44.4 – 50.0 |

Terminada la mezcla se puede inseminar inmediatamente o almacenar en un termo (equitainer system) diseñado para enfriar a 4°C y almacenar semen equino por un periodo hasta de 72 horas.

### **CONGELAMIENTO DE SEMEN**

Al momento de congelar el semen equino, se presentan algunas desventajas como pérdida de la motilidad espermática, manteniendo de 40 – 45%, disminuye la fertilidad con respecto al semen fresco, la membrana espermática pierde estabilidad al momento de la congelación y descongelación.

Para que un garañón sea candidato para poder congelar su semen, se toman en cuenta las siguientes características.

Que tenga una motilidad inicial del 60%, anomalías espermáticas no más de un 30%, anomalías acrosomales máximas del 10% y una concentración espermática mínima de 200 millones/ml.

El manejo del semen equino debe de ser rápido desde el momento de la colecta hasta el momento de su congelación. Para la conservación del semen, se debe mezclar con un diluyente, con una temperatura de 37°C dentro de los 2 minutos post-colección. La dilución que ha dado mejores resultados es la de 1:1, aunque también se ha utilizado dilución de 1:5.

Después de esto, se espera unos momentos a que ocurra el proceso de adaptación, que incluye el descenso de la temperatura a la temperatura ambiental, para facilitar la sedimentación. Es necesario retirar el líquido seminal del eyaculado, que es el que ocasiona la aglutinación espermática, que interfiere con la evaluación de la motilidad espermática post-descongelación. Por lo cual es necesario someter al semen al proceso de centrifugación, la velocidad de centrifugación, varía desde 400 gravedades/15 minutos a 1000 gravedades/5 minutos. Con esto se logra separar el líquido seminal, que es la parte sobrenadante.

Hay dos técnicas utilizadas para realizar el diluyente de centrifugación, realizadas en una escuela norteamericana y otra alemana.

| ESCUELA ALEMANA      |            |
|----------------------|------------|
| Glucosa              | 59.985 g   |
| Citrato de sodio     | 3.700 g    |
| EDTA                 | 3.699 g    |
| Bicarbonato de sodio | 1.200 g    |
| Sulfato polimixina B | 10,000,000 |
| Agua destilada c.b.p | 1 litro    |
| Ph                   | 6.59       |
| mOsm/kg              | 409        |
| Temperatura          | 36°C       |

| ESCUELA NORTEAMERICANA |          |
|------------------------|----------|
| Citrato de Na          | 25.950 g |
| Glucosa                | 1.500 g  |
| EDTA diésdico          | 3.699 g  |
| Bicarbonato de sodio   | 1.200 g  |
| Ph                     | 6.89     |
| mOsm/kg                | 290      |

Después de retirar el sobrenadante, se añade el diluyente de congelación, el cuál está constituido por los siguientes componentes:

| DILUYENTE DE CONGELACIÓN    |        |
|-----------------------------|--------|
| Diluyente de centrifugación | 25 ml  |
| Lactosa al 11%              | 50 ml  |
| Glicerina                   | 4 ml   |
| Yema de huevo               | 20 ml  |
| Pasta de orvus              | 0.5 ml |
| Agua destilada c.b.p        | 100 ml |

Hay dos formas para congelar el semen, una es con micro-tubos y con macro-tubos. Para congelar el semen se debe contar con una caja de poliestireno, donde se indique la cantidad de nitrógeno. Dentro de la caja se debe colocar una rejilla que sirva como base para colocar las pajillas o macro-tubos. Se coloca el nitrógeno líquido y los envases se ponen en una posición horizontal por 20 minutos. La temperatura que debe alcanzar el nitrógeno dentro de la caja debe ser de  $-120^{\circ}\text{C}$ . Finalmente se transfieren al termo con nitrógeno líquido para que se conserven el tiempo deseado.

### **DESCONGELAMIENTO**

El método de descongelamiento dependerá de la presentación del envase. El macro tubo se sumergirá en agua a temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  durante 40 o 45 segundos, mientras que las pajillas se descongelan sumergiéndolas en agua a  $75^{\circ}\text{C}$  durante 6 a 7 segundos, posteriormente para estabilizar la muestra se debe estabilizar en agua a

37°C durante 5 a 6 segundos. Es importante recordar que las temperaturas recomendadas deben seguirse al pie de la letra, de lo contrario sucederán situaciones como que exploten los envases o que los espermatozoides sufran choque térmico, provocando la mortalidad de estos.

### **3.4 TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La alta fecundidad en la inseminación artificial depende del semen de elevada calidad, técnica adecuada de descongelamiento e inseminación del semen, salud y buena condición reproductiva de las hembras e inseminar en el momento adecuado del ciclo estrual.

Una vez detectado el estro se pueden tomar varias alternativas. La primera es realizar la inseminación artificial cada tercer día, comenzando a partir del segundo o tercer día de estro, y continuando hasta que desaparezcan los signos del estro o hasta que se detecte la ovulación por medio de palpación rectal. La segunda alternativa, es hacer un seguimiento diario con ultrasonido del desarrollo folicular, y solamente realizar la inseminación cuando en el ovario exista un folículo cercano a ovular. Otra alternativa es que cuando se insemine una sola vez a la yegua, es aplicar una dosis de 1500 a 5000 UI de gonadotropina coriónica humana (hCG) para forzar que la ovulación ocurra 24 a 48 horas después de su aplicación. Para poder aplicar esta hormona es aconsejable que la yegua tenga un folículo de por lo menos 35 mm. de diámetro. La inseminación se realizará entre 12 y 24 horas después de aplicar la hCG.

## **DOSIS INSEMINANTE.**

La dosis inseminante ideal con semen fresco es de 500 millones de espermatozoides con motilidad progresiva. Los volúmenes de inseminación para semen equino diluido varían de 10 a 25 ml. Con semen congelado se han logrado concepciones hasta con 0.5ml, inseminando muy cerca de la ovulación.

Para obtener el volumen de dosis inseminante cuando se usa un solo eyaculado en caso de semen fresco, se cuenta con una fórmula.

V= Número deseado de espermatozoides con motilidad progresiva

(concentración espermática/ ml.)(%de espermatozoides con motilidad progresiva)

V= Volumen de inseminado (ml).

Antes de realizar la inseminación artificial se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Introducir la yegua en una manga de contención.
- b) Colocar una venda cubriendo completamente la cola, evitando que los cabellos contaminen al momento de realizar la técnica.
- c) Lavar la zona de los genitales externos con agua y jabón quirúrgico, repitiendo la maniobra 2 o 3 veces, siguiendo el procedimiento mojar, enjabonar, tallar y enjuagar.
- d) Secar perfectamente con toallas desechables.

e) Limpiar la comisura de los labios vulvares, separándolos suavemente con una toalla limpia, retirando la suciedad, exudados y esmegma que se encuentre.

Ya preparada la yegua se prepara la dosis de inseminación, el semen se homogeniza suavemente y se coloca en una jeringa, evitando que tenga émbolo de plástico, ya que afecta la viabilidad y disminuye la motilidad. En caso de utilizar semen congelado se deberá descongelar el macro tubo o pajilla siguiendo las indicaciones de tiempo y temperatura de la dilución, para después colocarlo, en caso de ser pajilla en la pistola de Cassou, o si es macro tubo en una pipeta de inseminación. El equipo a emplear dependerá de la presentación de semen (fresco, refrigerado o congelado, pajilla o macro tubo).

Video 10.- Proceso de inseminación.

## 1.1 EVALUACIÓN

- 2 ¿Qué estructuras forman los genitales internos de la yegua y cuál es su función?
- 3 ¿Qué ligamento sostiene al útero y en que porciones se divide?
- 4 ¿Qué estructuras forman la pared del útero?
- 5 ¿En qué consiste el parénquima testicular?
- 6 ¿Dónde se inserta el músculo cremáster?
- 7 ¿Cuáles son las glándulas accesorias del aparato reproductor del macho?
- 8 ¿Cuál es la función de la FSH y LH?
- 9 ¿En qué etapas se divide el ciclo estrual?
- 10 ¿Cuál es la duración del ciclo estrual y qué etapas lo conforman?
- 11 ¿Cuánto puede llegar a medir en promedio un folículo pre ovulatorio?
- 12 ¿Cuándo ocurre la ovulación?
- 13 ¿Qué cambios ocurren en el cérvix durante el ciclo estral?
- 14 ¿Qué comportamiento presenta la yegua durante el estro?
- 15 ¿Cuáles son las diferentes técnicas para realizar la exploración de los genitales internos de la yegua?
- 16 ¿Cuáles son los parámetros a medir en el examen reproductivo del macho?
- 17 ¿Cuáles son los objetivos de la recela?
- 18 ¿Qué momento es el óptimo para realizar la cubrición?
- 19 ¿Cuáles son los agentes etiológicos de la endometritis?
- 20 ¿Qué es la piometra?
- 21 ¿Qué bacterias han sido aisladas del tracto reproductivo del garañón?

## BIBLIOGRAFÍA

1. Allen W. Edward. *Fertilidad y obstetricia equina*. Acribia. 1994. Beech J. *Treatment of hypophysial adenomas*. *Comp Cont Edu* 1994; 16:921-923.
2. Bosu WTK, Van Camp SC, Miller RB, et al. *Ovarian disorders: clinical and morphological observations in 30 mares*. *Can Vet J* 1982; 23:6-14.
3. Carnevale EM, Bergfelt DR, Ginther OJ. *Follicular activity and concentrations of FSH and LH associated with senescence in mares*. *Anim Reprod Sci* 1994; 35:231-246.
4. Carnevale EM, Bergfelt DR, Ginther OJ. *Aging effects on follicular activity and concentrations of FSH, LH, and progesterone in mares*. *Anim Reprod Sci* 1993; 31:287-299.
5. Colahan Patrik T, Merrit Alfred M, Moore James N, Mayhew I.G. *Equine Medicine and Surgery*. 5ª ed. Vol 2. Mosby. USA. 1999. pp 1035-1081.
6. Christman SA, Bailey MT, Wheaton JE, Troedsson MH, Ababneh MM, Santschi EM, Daels PF, McCue PM, DeMoraes M, et al. *Persistence of the luteal phase following ovulation during altrenogest treatment in mares*. *Theriogenology* 1996; 46:799-811.
7. *Dimeric inhibin concentrations in mares with granulosa-theca cell tumors*. *Am J Vet Res* 1999; 60:1407-1410.
8. Douglas RH, Burns PJ, Hershman L. *Physiological and commercial parameters for producing progeny for subfertile mares by embryo transfer*. *Equine Vet J* 1985; Suppl. 3:111-114.

9. Dybdal N. *Pituitary pars intermedia dysfunction (Equine Cushing's-like disease)*. In: Robinson NE, ed. *Current Therapy in Equine Medicine*, 4th ed. Philadelphia: Saunders, 1997; 499-501.
10. Frazer GS, Threlfall WR. *Differential diagnosis of enlarged ovary in the mare*. In: *Proceedings of the 32nd Annu Conv Am Assoc Eq Pract* 1986; 21-28.
11. Ginther OJ. *Reproductive Biology of the Mare. Basic and Applied Aspects*. Cross Plains, WI: Equiservices, 1992.
12. Hafez E.S.E, Hafez B. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Mc Graw Hill. 7ª ed. 2000. pp 158-177, 339-350.
13. Hinrichs K, Frazer GS, deGannes RVG, et al. *Serous cystadenoma in a normally cyclic mare with high plasma testosterone values*. *J Am Vet Med Assoc* 1989; 194:381-382.
14. Hinrichs K, Hunt PR. *Ultrasound as an aid to diagnosis of granulosa cell tumour in the mare*. *Equine Vet J* 1990; 22:99-103.
15. Hodgson D. R. *Manual clínico de equinos*. McGraw -Hill. 3ª ed. USA. 1996. pp 243-258. Hughes P, Benirschke K, Kennedy PC, et al. *Gonadal dysgenesis in the mare*. *J Reprod Fertil Suppl* 1975; 23:385-390.
16. Hughes JP, Kennedy PC, Stabenfeldt GH. *Pathology of the ovary and ovarian disorders in the mare*. In: *Proceedings of the 9th Int Cong Anim Reprod Artif Insem* 1980; 203-222.

17. Johnson CA, Thompson, Jr DL, Kulinski KM, Guitreau AM. *Prolonged interovulatory interval and hormonal changes in mares following use of Ovuplant<sup>tm</sup> to hasten ovulation.* J Eq Vet Sci 2000; 20:331-336.
18. Kruit L. K. *The equine oestrous cycle and pregnancy in vision.* Hoechst Roussel Vet. Amsterdasm.1996. pp 4-13, 18-19.
19. Maher JM, Squires EL, Voss JL, et al. *Effect of anabolic steroids on reproductive function of young mares.* J Am Vet Med Assoc 1983; 183:519-524.
20. McCue PM, Farquhar VJ, Squires EL. *Effect of the GnRH agonist deslorelin acetate on pituitary function and follicular development in the mare.* Amer Assoc Equine Pract 2000, in press.
21. McCue PM, LeBlanc MM, Akita GY, et al. *Granulosa cell tumors in two cycling mares.* J Equine Vet Sci 1991; 11:281-282.
22. McCue PM. *Equine granulosa cell tumors.* In: Proceedings of the 38th Annu Conv Am Assoc Eq Pract 1992; 587-593.
23. McEntee K. *Reproductive Pathology of Domestic Animals.* New York: Academic Press, 1990; 79-84
24. McKinnon A. Voss J. *Equine reproduction.* Lea & febiger. USA. 1993. pp 5-77, 121-160, 645-757.
25. Meyers PJ. *Ovary and oviduct.* In: Kobluk CN, Ames TR, Geor RJ, eds. *The Horse.* Philadelphia: Saunders, 1995; 999-1004.
26. Nie GJ, Momont HW, Buoen L. *A survey of sex chromosome abnormalities in 204 mares selected for breeding.* J Eq Vet Sci 1993; 13:456-459.

27. Real Venegas César Octavio. *Zootecnia Equina*. Trillas. 1990. México. pp 204-215.
28. Robinson N. Edward. *Current Therapy in Equine Medicine 4*. Saunders. 1997. pp 512-531.
29. Rozadle Peter. *Cría y Reproducción del caballo*. Edición en español, Acribia. USA. 1991. pp 57-95.
30. Stabenfeldt GH, Hughes JP, Evans JW, et al. *Spontaneous prolongation of luteal activity in the mare*. *Equine Vet J* 1974; 6:158-163.
31. Stabenfeldt GH, Hughes JP. *Clinical aspects of reproductive endocrinology in the horse*. *Comp Contin Edu* 1987; 9:678-684.
32. Vanderwall DK, Peyrot LM, Weber JA, et al. *Reproductive efficiency of the aged mare*. In: *Proceedings of the Annu Meet Soc Therio* 1989; 153-156.
33. Van der Kolk JH. *Equine Cushing's disease*. *Equine Vet Edu* 1997; 9:209-214.
- White RA, Allen WR. *Use of ultrasound echography for the differential diagnosis of granulosa cell tumour in a mare*. *Equine Vet J* 1985; 17:401-402.
34. Zhang TQ, Buoen LC, Weber AF, et al. *Variety of cytogenetic anomalies diagnosed in 240 infertile equine*. In: *Proceedings of the 12th Int Cong Anim Reprod Artif Insem* 1992; 1939-1941.