

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua

Por:

MONICA CORTES GASPAR

MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua

Por:

MONICA CORTES GASPAR

MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua

Por:


MONICA CORTES GASPAR

MONOGRAFÍA

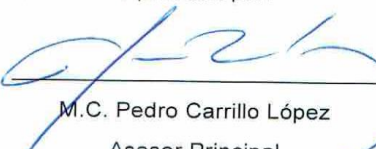
**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

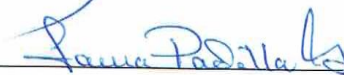
Aprobada por:



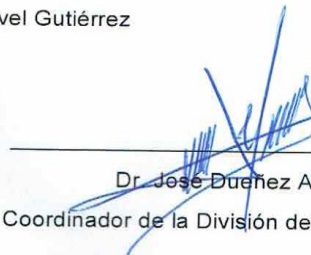
M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez
Asesor




M.C. Pedro Carrillo López
Asesor Principal



Dra. Laura E. Padilla González
Asesora



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2020

DEDICATORIAS

Este logro se lo dedico **a Dios y a la Virgen de Guadalupe**, por siempre haberme dado inteligencia, paciencia, por ser mi guía diariamente, por todas las buenas personas que puso en mi vida durante toda esta carrera y por haberme permitido terminar mis estudios.

A mi **Mama- Abuela Vicenta**, por todo el apoyo que me brindo por siempre motivarme a ser una mejor persona y animarme para poder lograr mis metas, por sus consejos, por la educación que me dio, por todos los años que ha cuidado de mí, por ser la pieza clave de nuestra familia, por nunca dejarme sola cuando más lo he necesitado, por su amor, comprensión y sacrificios.

A mi **tío Benito**, ser un Padre para mí, por siempre apoyarme en todo lo que he necesitado, por jamás dejarme sola, por todos sus consejos y por ser una de las personas más importantes de mi vida, porque sin él jamás hubiera logrado terminar mis estudios, por todo su esfuerzo, trabajo y sacrificios en estos años.

AGRADECIMIENTOS

A mi **hermana, sobrinas, primos y mi madre**, por su apoyo, consejos y motivación para seguir adelante,

A mis **tías Catalina y Fabiola**, por haberme apoyado en esta esta etapa de mi vida, por siempre haberme brindado todo su afecto, cariño a la distancia y por qué sin su apoyo este logro no hubiera sido posible.

A mis **Primas-amigas Sheila, Gaby y Yamile**, por estar siempre en las buenas y en las malas, por formar parte de mi vida y por estar siempre para mi cuando más las necesito sobre todo en estos años que estuve lejos, gracias por todos sus buenos consejos y apoyo incondicional.

A mi **amigo Javier**, por apoyarme en todo momento por siempre haber estado en los momentos difíciles, por todas las risas, enojos, regaños, y por todo lo bueno o malo que pasamos.

A mi **amigo Manino**, por el apoyo incondicional que siempre me brindo, por todo el tiempo compartido bueno o malo, por todos sus buenos consejos y por su bonita amistad que siempre me brindo.

A mi **amiga Thalía (Perry)**, por la amistad que formamos desde el momento que nos conocimos, por todo el apoyo incondicional que me ha brindado y por todos sus buenos consejos y por ser una de las mejores amigas que tengo.

A mi **amiga Karina y a su Familia**, por el apoyo que siempre me brindaron desde la distancia y porque me abrieron las puertas de su casa y siempre estuvieron para apoyarme cuando más los necesite por todo su afecto y cariño que siempre me brindaron.

A mi **amiga Aidé**, por la amistad tan bonita que formamos en Saltillo y por todo el tiempo que compartimos juntas y por haberse convertido en una parte importante de mi vida.

A mi **amigo José Guadalupe**, por todo el tiempo que compartimos juntos, por las risas, regaños, enojos y todo lo que pasamos juntos durante nuestra vida de foráneos, pero sobre todo por el apoyo y por tan bonita amistad que formamos.

Al **M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez**, por haberme compartido de sus conocimientos y por haber sido uno de los mejores maestros que pude haber tenido, pero sobre todo por todo el apoyo que me brindo, por la confianza, cariño, amistad y por ser mi Familia en Saltillo.

Al **Ingeniero Pedro Carrillo López**, por haber sido mi asesor principal para poder titularme, por todo su tiempo, cariño, dedicación, conocimientos, por la amistad que siempre me brindo.

Al **Ingeniero Deyta**, por toda su dedicación, conocimientos, cariño y por la amistad que siempre me brindo.

A la **Doctora Laurita** por su tiempo que dedico para poder llevar a cabo este trabajo y por haber sido mi tutora durante los 5 años de mi carrera

A mi **Alma Terra Mater**, por haberme abierto las puertas por permitirme desarrollar profesionalmente y haberme permitido concluir mis estudios como Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I.- INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVO	12
JUSTIFICACIÓN	12
II.-REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1 Anatomía del aparato reproductor de la yegua	13
2.1.1 Ovarios	15
2.1.2 Oviducto o trompas uterinas	16
2.1.3 Útero	17
2.1.4 Cérvix.....	18
2.1.5 Vagina.....	19
2.1.6 Vestíbulo vaginal.....	20
2.1.7 Vulva.....	20
2.2 Fisiología reproductiva de la yegua.....	21
2.2.1 Pubertad	23
2.2.2 Ciclo estral	23
2.2.3 Endocrinología	25
2.2.4 Fotoperíodo	29
2.3 Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua	31
2.3.1 Anormalidades ováricas.....	31

2.3.1.1 Atresia folicular	31
2.3.1.2 Persistencia y falla de los cuerpos lúteos	32
2.3.1.3 Folículos anovulatorios	33
2.3.1.4 Tumores de células de la granulosa	35
2.3.1.5 Anestro postparto.....	37
2.3.1.6 Quistes uterinos	40
2.3.2 Anormalidades cervicales	41
2.3.3 Anormalidades vulvares	43
2.3.4 Anormalidades cromosómicas	44
2.3.5 Anormalidades uterinas.....	46
III.- CONCLUSIONES	49
RESUMEN	50
IV.- LITERATURA CITADA	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aparato reproductor de la yegua.....	13
--	----

I.- INTRODUCCIÓN

Ningún ser, salvo quizá el perro, tiene tanto significado para el hombre como el caballo. Ninguno tiene una influencia tan profunda en la vida humana, especialmente en México.

A lo largo de los años estos animales no solo nos han hecho compañía, sino que también han posibilitado el desarrollo productivo, económico y cultural de nuestras sociedades.

El caballo es un animal doméstico, que se destaca por su imponente belleza, su gran inteligencia, velocidad, sensibilidad y elegancia de desplazamiento. Los caballos han logrado adaptarse a las diversas actividades y deportes, su crianza es hoy ampliamente extendida por todo el mundo.

La historia del caballo al servicio del hombre ha estado vinculada desde tiempos inmemoriales al proceso de evolución económica y social de los pueblos, al inicio el valor del caballo solo se resumía en la convivencia de obtener con facilidad comida, vestido y combustible, pero esto fue hace mucho tiempo, ya que asumió un papel de mayor importancia.

En la actualidad el caballo tiene un gran valor sentimental para el hombre, así como también un gran valor económico que va desde los miles hasta los millones de pesos este valor depende de su genética y la actividad para la cual está orientado.

Existen alrededor de 300 razas equinas de las cuales la gran mayoría son utilizadas para la práctica de deportes, así como también en las labores del campo y en terapias de rehabilitación (equinoterapia).

El caballo necesita de una buena alimentación que es crucial para su salud y nutrición. Los rendimientos de un caballo están condicionados por muchos factores: genéticos, sanitarios, de manejo y nutricionales. La alimentación durante el periodo de crecimiento es muy importante para obtener el máximo rendimiento del animal. La alimentación también es de gran importancia en la reproducción.

La reproducción de los caballos y su cría con fines productivos se conoce como ganadería equina. Estos alcanzan la pubertad entre los 14-18 meses de edad, sin embargo, llegan a la madurez sexual hasta los 4 años.

El periodo reproductivo de la hembra es de tipo estacional, comienza con el inicio de la primavera y se extiende durante el verano. El tiempo de gestación promedio de una yegua es de 11 meses o 340 días. Pero existen muchos problemas de fertilidad que limitan a la hembra a llegar a concebir, en la mayoría de los casos la principal causa de infertilidad proviene de la infección uterina. La más común es la endometritis. En el presente documento hablaremos de algunos de los factores que afectan la fertilidad de la yegua.

OBJETIVO

Con el presente documento se pretende ofrecer al lector información básica e indispensable que permita dar a conocer los aspectos anatómicos y fisiológicos en términos reproductivos y su relación con los principales factores que afectan la fertilidad de las yeguas.

JUSTIFICACIÓN

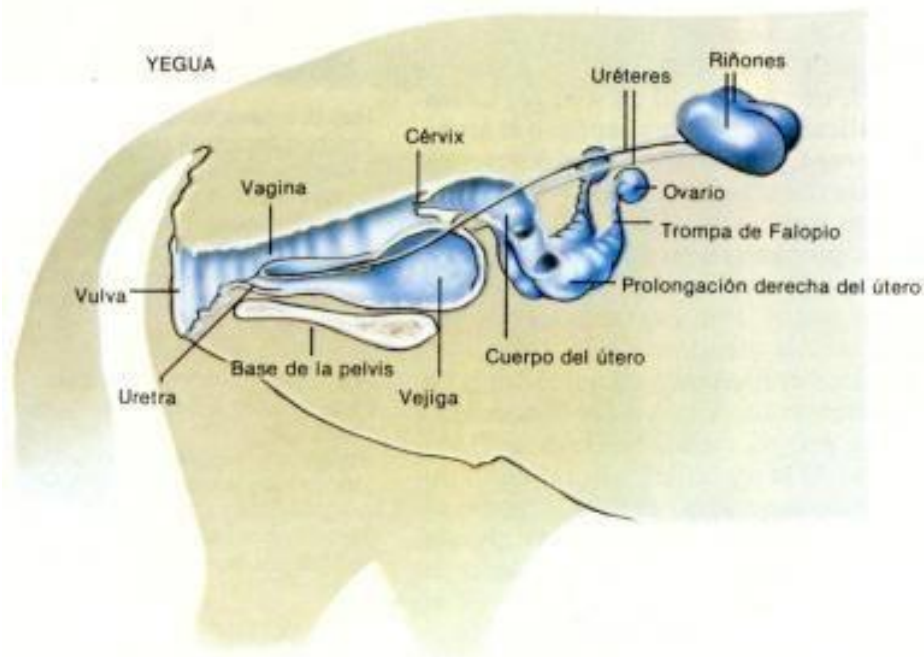
Los problemas de infertilidad en equinos, tanto en hembras como en machos, han provocado grandes dolores de cabeza a propietarios y profesionistas de la rama, esto debido principalmente a una serie de factores que son manifiestas de manera común, hablese por ejemplo de factores nutricionales, sanitarios congénitos y ambientales, esto solo por mencionar algunos pero que sin duda al no ser considerados representan fuertes pérdidas económicas en la industria equina.

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Anatomía del aparato reproductor de la yegua

El aparato reproductor de la yegua está ubicado en el interior de la cavidad pélvica, debajo del recto. Su función principal es la producción de ovocitos y la producción de estrógenos y progesterona que regulan los caracteres sexuales de la hembra y la ciclicidad ovárica. Está compuesto por dos ovarios, dos oviductos o trompas uterinas, útero, cérvix, vestíbulo, vagina y labios vulvares (Sisson,1982; Rivera, 2012; González, 2018).

Figura 1. Aparato reproductor de la yegua.



Fuente: Artículo fisiología reproductiva de la yegua (2005).

La anatomía de los órganos reproductores femeninos está fuertemente influenciada por la edad, el estado reproductivo presente en un momento determinado y el historial reproductivo previo del animal (Dyce, 2010).

El periné, la vulva, la vagina y el cuello uterino protegen del exterior a las estructuras internas, como el útero, los oviductos y los ovarios, que son más delicadas y las responsables de la fertilización y el desarrollo embrionario (Morel, 2005).

El tracto reproductor puede considerarse como un órgano tubular con forma de Y griega (Morel, 2005). Los componentes tubulares son los oviductos, el útero, el cérvix, y la vagina. Cada componente tubular está caracterizado por tener cuatro capas concéntricas distintas, las cuales son la serosa, la muscular, la submucosa y la mucosa. La serosa, la capa externa, es una capa simple de células escamosas, que cubren la superficie del tracto reproductivo y se continua con el peritoneo. La capa muscular es una capa doble de musculo liso, que consiste en una capa externa longitudinal y una capa interna circular. El propósito de la capa muscular es proveer el tracto reproductivo la habilidad de la contracción, lo cual es importante para el transporte de los productos de la secreción, los gametos y del embrión a su apropiada localización dentro del tracto. También es importante para la expulsión del feto y sus membranas fetales durante el parto. La submucosa es una capa de espesor variable que alberga a los vasos sanguíneos, los nervios y los vasos linfáticos, y actúa de soporte para la mucosa, la cual es la capa que recubre al útero y donde estrógenos y progestágenos lo preparan para la preñez (Senger, 2003).

El peritoneo es la membrana serosa que reviste la cavidad abdominal, y cubre el tracto reproductivo. Durante el desarrollo embrionario, una parte del peritoneo se fusiona para formar una capa doble, que sirve de soporte y suspende los ovarios, los oviductos, el útero, el cérvix y la vagina y se denomina ligamento

ancho. El ligamento ancho provee la vascularización, el drenaje linfático y la inervación (Senger, 2003). La porción craneal del ligamento ancho se une al ovario y le sirve de soporte, esta porción se denomina mesovario (Senger, 2003; Davies, 2005; Brudas *et al*, 2009).

Senger (2003), menciona que el ligamento utero-ovarico o también es conocido como ligamento propio del ovario, une el ovario al útero y provee un soporte adicional, aunque realmente no forma parte del ligamento ancho. El oviducto está cubierto y suspendido por una parte del ligamento ancho, que se denomina el mesosalpinx (Senger, 2003; Davies, 2005; Brudas *et al*, 2009).

El mesosalpinx colabora en orientar al infundíbulo de manera que el ovulo liberado tenga una alta probabilidad de ser dirigido al oviducto (Senger, 2003). El mesometrio, la parte más caudal del ligamento ancho, sirve de soporte a los cuernos uterinos, el cuerpo del útero y el cuello uterino (Senger, 2003; Davies, 2005; Brudas *et al*, 2009).

2.1.1 Ovarios

Normalmente los ovarios de la yegua están situados en la mitad dorsal del abdomen (Dyce, 2010).

Ventralmente de la cuarta y quinta vértebras lumbares, alrededor de 10 cm caudal a los riñones (Sisson, 2001; Morel, 2005; Brudas, 2019).

Los ovarios cumplen una función gametogenica y una endocrina. Los ovarios presentan forma de riñón y su tamaño varía según la edad del animal y la estación del año (Garcia, 1995).

El ovario está rodeado externamente de un tejido conectivo denominado túnica albugínea. La corteza en la yegua es interna y alberga los distintos tipos de folículos ováricos en diferentes etapas del desarrollo folicular y de madurez. La corteza también contiene los cuerpos lúteos, y los cuerpos albicans (Senger, 2003).

En los ovarios es muy común que se presenten fallas ovulatorias la cual es una de las causas de infertilidad en las yeguas cíclicas.

2.1.2 Oviducto o trompas uterinas

Los oviductos proveen un ambiente óptimo para la fertilización y el desarrollo del embrión previo a su anidación. El oviducto está constituido por el infundíbulo, el ámpula y el istmo (Senger, 2003).

El infundíbulo está separado del ovario, con numerosos pliegues en la mucosa. El ámpula es el segmento medio, tiene de 3 a 5 milímetros (mm), de diámetro y forma casi la mitad de la longitud total del oviducto.

El ámpula se une al istmo, el tercer segmento, a nivel de la unión ampular ístmica. Esta unión es difícil de situar anatómicamente, y se ha descrito como una estructura que retrasa al ovulo varias horas durante el transporte. El istmo es más pequeño que el ámpula, con un diámetro de 0.5 a 1 mm.

En general, la actividad del oviducto es estimulada por los estrógenos e inhibida por la progesterona. El ámpula es el sitio donde ocurre la capacitación del espermatozoide y la fecundación del ovulo. El ovulo permanece en el oviducto durante varios días, siendo regulado su transporte por los movimientos peristálticos y antiperistálticos del oviducto (González, 2018).

2.1.3 Útero

El útero conecta al oviducto con la vagina. Está formado por dos cuernos, el cuerpo y el cérvix. Los cuernos y el cuerpo del útero se sitúan en la cavidad abdominal, excepto el cérvix, que se sitúa en la cavidad pélvica (Sisson, 2001).

El útero provee el ambiente para el transporte del espermatozoide, la embriogénesis temprana y la anidación del embrión (Senger, 2003).

El tamaño del útero depende de la edad y del número de partos que haya experimentado la yegua, las hembras multíparas mayores suelen tener úteros más grandes (Morel, 2005).

La yegua posee un útero bicorne, con cuernos uterinos cortos y un cuerpo uterino relativamente largo (Senger, 2003).

El miometrio, es la túnica del útero que permite la considerable expansión del útero durante la gestación y proporciona la fuerza durante el parto. El endometrio es el principal responsable de albergar el desarrollo del producto de la concepción, así como de la implantación de la placenta y su desarrollo (Morel, 2005; González, 2018).

Antes que el embrión se adhiera al útero, la alimentación proviene del vitelo que contiene el embrión y de la leche uterina secretada por las glándulas de la capa mucosa del útero (González, 2018).

Las enfermedades uterinas son el principal problema en los programas de reproducción de caballos. El diagnóstico de estas patologías a menudo se descuida o no proporciona suficiente información sobre la causa.

2.1.4 Cérvix

El cérvix se ubica en la cavidad pélvica, dorsalmente a la vejiga y la uretra (Brudas, 2019).

La función primaria del cérvix es prevenir la contaminación microbiana del útero; sin embargo, también puede servir como reservorio para el espermatozoides después del apareamiento. El semen se deposita en el cérvix durante la monta natural en las yeguas (González, 2018).

El cérvix se comunica cranealmente con el cuerpo del útero, a través del orificio cervical interno, y caudalmente con la vagina, a través del orificio cervical externo, en la cual la porción cervical caudal o intravaginal se proyecta (Brudas, 2019).

Una característica distintiva del cérvix equino es la dilatabilidad de su lumen y la falta de rigidez (Pycock, 2008), debido a que carece de los anillos cartílagos no distensibles característicos en otras especies domésticas y a la gran elasticidad del tejido cervical.

Esto último sumado a la gran superficie que aportan los pliegues longitudinales, permite que sus paredes se expandan enormemente para el pasaje del feto durante el parto (Morel, 2005).

La acción de esfínter del cérvix equino está dada por la relajación (apertura) y contracción (cierre), provista por los estratos longitudinales y circulares de musculo liso del miometrio (Frauenfelder, 1992).

2.1.5 Vagina

La vagina es un canal, que se extiende horizontalmente a través de la cavidad pelviana, desde el cuello uterino hasta la vulva (Sisson, 2001).

Las células epiteliales de la vagina se cornifican (se vuelven células sin núcleo) bajo la influencia de los estrógenos (González, 2018).

La vagina es el órgano copulatorio y también es el canal de parto (Senger, 2003). La longitud media de la vagina en la yegua es de 18 a 23 cm (centímetro) y suele tener un diámetro de unos 10 a 15 cm (Morel, 2005).

La vagina contiene secreciones entre acidas y neutras, que se originan en el cérvix y son bactericidas. La vagina en si misma carece de glándulas, excepto la parte craneal, donde se localizan glándulas secretoras. Aunque estas secreciones tienen la desventaja de atacar al epitelio vaginal y de ser espermicidas. Por este motivo durante la eyaculación, el esperma se deposita en la parte alta del cérvix o en el cuerpo uterino, para evitar el efecto perjudicial del pH que es relativamente alto en la vagina. La composición exacta de la secreción vaginal está controlada por los cambios hormonales cíclicos del ciclo reproductor de la yegua (Morel, 2005).

Durante el diestro y anestro el epitelio vaginal está cubierto por una secreción de color pardo, pegajosa (González, 2018).

2.1.6 Vestíbulo vaginal

El vestíbulo vaginal es la porción común al sistema urinario y el sistema reproductivo, y se extiende desde el orificio uretral externo hasta los labios de la vulva. Durante el estro, predominan los estrógenos, el epitelio escamoso estratificado aumenta su espesor dramáticamente, lo que la protege mecánicamente durante la copula y evita que los microorganismos accedan a la vasculatura de la submucosa (Senger, 2003).

Presenta pliegues longitudinales, lo que sumado a que sus paredes son musculares le confiere la elasticidad que permite la dilatación necesaria durante el parto (Morel, 2005).

2.1.7 Vulva

La vulva es un órgano externo del tracto reproductor de la yegua (Morel, 2005; Senger, 2003; González, 2018).

Consiste de dos labios que se reúnen en las comisuras dorsal y ventral, constituidos principalmente por tejido adiposo, embestidos de musculo liso, conocidos como el musculo constrictor de la vulva (Senger, 2003).

El propósito de este musculo es asegurar que los labios permanezcan en estrecha posición y también invertir y exponer el clítoris durante el celo (Morel, 2005).

El clítoris, homólogo al glándulo del pene del macho, se localiza ventralmente a un cm dentro del labio. Durante el estro, las contracciones frecuentes del labio exponen al clítoris erecto. Las glándulas vestibulares, localizadas en la parte posterior del vestíbulo, son activas durante el estro y secretan un moco lubricante para la copula (Gonzalez,2018).

2.2 Fisiología reproductiva de la yegua

La yegua es "poliestrica estacional" significa que ella presenta períodos repetidos de "celo" alrededor de marzo a septiembre, que dependen del fotoperiodo, el medio ambiente, el estado nutricional y la raza. La yegua tiene ciclos que duran alrededor de 21 días. Durante este tiempo ella es receptiva al garañón ("en la estación" o en estro) durante aproximadamente 5-7 días, aunque esto puede variar entre 2-12 días. La mayoría de las yeguas ovulan en un plazo de 48 horas durante el estro. La probabilidad de preñez aumenta cuando las yeguas han sido cubiertas antes o en el momento de la ovulación. Esto le da al espermatozoide la oportunidad de estar listo en la zona reproductiva femenina antes de la ovulación (Sugery,1999).

Esto significa que la yegua es típicamente receptiva al garañón. Durante el período de anestro, la mayoría de las yeguas no muestran receptividad sexual y no desarrollan folículos. En el hemisferio norte, el período de anestro de la yegua ocurre frecuentemente durante la mayoría del invierno (mediados de noviembre a mediados de febrero). Hay excepciones en esto ya que algunas yeguas muestran señales de receptividad sexual a lo largo del año, aunque normalmente no ovulan durante el invierno. También hay un porcentaje pequeño de yeguas que no expresan un modelo de comportamiento estacional y quedan fisiológicamente receptivas a los garañones a lo largo del año (Slusher, 2014).

Durante la estación no reproductiva del invierno, las yeguas están en un estado de anestro. Durante este tiempo, no responden a la atención del garañón, sus ovarios no desarrollan ninguna estructura y hay secreción mínima de estrógenos. La situación cambia dramáticamente durante la primavera y el verano. Mientras que las horas luz del día aumentan, las secreciones hormonales ováricas, también aumentan. La yegua comenzara a experimentar una serie de ciclos estrales. Estos ciclos se repiten a intervalos de 21 a 23 días hasta que ocurra la preñez o hasta que los días se acortan y la yegua vuelva nuevamente al anestro. Durante una parte circunscrita del año los ciclos estrales se llaman poliestricos estacionales. Una forma de evitar poliestricas estacionales en la reproducción temprana es con la exposición a la luz artificial (Jones *et al*, 2004).

Rivera M (2012), dice que la actividad reproductiva o pubertad en la hembra equina se da alrededor de los 12 a 24 meses, en este momento el tracto reproductivo comienza a interactuar con otras zonas del cuerpo y se produce la primera ovulación, también se producen cambios físicos y comportamiento asociados a este evento, cuya única finalidad es garantizar que la hembra será cubierta por el macho en el momento preciso para producir la gestación.

Por ejemplo, la Raza Paso Fino Colombiano presenta ciclicidad durante todas las épocas del año, observándose una disminución de la actividad ovárica en las épocas de estrés nutricional, dando como resultado cierto grado de estacionalidad.

Igualmente sucede con las razas que no poseen sangre árabe cuya estacionalidad es más corta o la raza Pura Sangre Inglesa en donde la estacionalidad es más larga (Rivera, 2012).

2.2.1 Pubertad

La pubertad es definida como un proceso que culmina con la primera ovulación de la vida de una yegua, la cual ocurre como resultado de la maduración del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios hasta la pubertad. Las concentraciones de hormona folículo estimulante (FSH) son relativamente bajas y las de la hormona luteinizante (LH) relativamente altas en respuesta a la retroalimentación negativa o positiva generalmente, la pubertad se alcanza entre los 12-24 meses de edad. Independientemente del tiempo de nacimiento, el estrés asociado con la mala nutrición y la salud durante el periodo prepuberal puede alterar al entorno endocrino. Esto origina la supresión de la maduración del eje hipotálamo hipófisis-ovárico en potrancas que impide la primera ovulación (Begsfelt *et al*, 2009).

2.2.2 Ciclo estral

La yegua es un animal poliestrico estacional de días largos por lo que ciclan regularmente durante la primavera y el verano volviéndose sexualmente inactivas durante los meses de invierno. Las horas luz es el factor que más interfiere en el ciclo reproductivo de las yeguas, aunque otros factores como son la temperatura y la disponibilidad de alimento son sumamente importantes.

El ciclo estral se define como el periodo que va desde una ovulación a la siguiente, cada ovulación va a estar acompañada de signos de estro. El ciclo estral puede ser dividido en fase folicular (estro), cuando la yegua es receptiva sexualmente al garañón y el tracto genital está preparado para transportar los espermatozoides hacia los oviductos, para la fertilización esta fase también involucra el proceso de ovulación. Luego está la fase luteal (diestro), cuando la yegua no es receptiva al macho y el tracto genital está preparado para aceptar y nutrir al embrión. El diestro finaliza con la regresión del cuerpo lúteo y la iniciación de la siguiente fase folicular. El

promedio de duración del ciclo estral es de 21 días, durando el estro de 4 a 7 días y el diestro 14 a 16 días. La regularidad del ciclo estral depende de un delicado balance de hormonas producidas por la glándula pineal, el hipotálamo, la glándula pituitaria, los ovarios y el endometrio (Blanchard, 2003).

En un estudio que se llevó acabo en la zona rural de Pereira, Colombia se tuvo como objetivo el estimar parámetros reproductivos de 30 yeguas criollas colombianas a las que se les realizó seguimiento de 2 ciclos estrales. La duración del ciclo estral fue $21,5 \pm 1,8$ días, la cual fue similar en el 40% de las yeguas en los dos ciclos estrales (CE), en el 60% restante la duración entre los dos CE tuvo una diferencia entre 1 a 7 días. La tasa de crecimiento diario del folículo dominante (FD) fue de $1,62 \pm 0,4$ mm y la del folículo subordinado de $0,65 \pm 0,4$ mm. La desviación folicular se presentó el día $17,2 \pm 3,0$ del CE. El tamaño máximo del FD fue $44,3 \pm 4,8$ mm. En el 63% de los CE el FD se ubicó en el ovario derecho y en el izquierdo el 37%. En el 85% de los CE ocurrió primero el edema uterino y después los signos de celo. El grado de edema disminuyo antes de la ovulación en 86.6% de los CE. La duración del estro fue de $5,9 \pm 1,8$ días. Hasta 48 horas posovulación se presentaron signos de celo en el 73,3% de los CE y en el 26,6% ningún signo de celo.

La variación de los resultados entre los animales es muy amplia, por esto siempre se debe recordar la individualidad en el comportamiento reproductivo de cada animal. Siempre se debe tener en cuenta que existen factores propios a cada individuo bien sean, genéticos, medioambientales y nutricionales que pueden influenciar y hacer variar la fisiología reproductiva. Por esto, es importante realizar seguimientos más detallados y continuos y llevar registros individuales (Paredes *et al*, 2012).

2.2.3 Endocrinología

El control endocrinológico del ciclo estral está gobernado por el eje hipotálamo hipofisiario-ovárico (Morel, 2005) el hipotálamo secreta hormonas para controlar la actividad de la hipófisis. Estas se dirigen a la hipófisis, la cual responde sintetizando hormonas para el control gonadal, como respuesta a la GnRH, la adenohipófisis produce las gonadotropinas FSH y LH (Stabenfeldt, 2014).

La FSH y LH actúan de forma sinérgica en el desarrollo y la ovulación de los folículos ováricos. La primera tiene un papel importante durante el crecimiento folicular, mientras que la LH predomina en los estadios finales, desde la maduración hasta la ovulación. La oxitocina liberada por la neurohipófisis también es una hormona importante para la reproducción (Davidson, 2014).

Las hormonas FSH y LH actúan en distintos lugares del folículo ovárico. La LH actúan sobre las células teca del folículo en crecimiento provocado la secreción de andrógenos. Estos andrógenos se difunden a través de la membrana propia hasta la granulosa, donde se transforma en estrógenos, por la acción de la enzima aromatasa controlada por la FSH (Felipe *et al*, 2001).

Los estrógenos influyen en la madurez del folículo y alcanzan también a los órganos tubulares del aparato reproductor, provocando cambios morfofuncionales. También son responsables de los cambios de comportamiento en la yegua asociados con el estro y la receptividad sexual (Morel, 2005).

En el estro se produce un aumento de la cantidad de estrógenos secretados por el folículo (Gómez *et al*, 2001).

La caída de la FSH está provocada, al menos en parte, por la secreción de los folículos maduros, a medida que estos se acercan a la ovulación, el estradiol alcanza un pico, cayendo hasta niveles bajos inmediatamente después del estro (Morel, 2005).

A medida que se aproxima la ovulación, la FSH y los estrógenos inician la formación de receptores de LH en la granulosa (Stabenfeldt *et al*, 2014). Esta última, actúa en la ovulación y luego en la formación del cuerpo lúteo (Felipe *et al*, 2001).

La secreción creciente de estrógenos por parte del folículo antral lleva finalmente al inicio del llamado pico preovulatorio de gonadotropinas (Davidson *et al*, 2014).

Los estrógenos actúan sobre el hipotálamo (donde se lleva a cabo una retroalimentación positiva), desencadenando una brusca liberación de GnRH que provoca la liberación de LH hipofisiaria. El pico preovulatorio de la hormona luteinizante, que comienza alrededor de 24 horas antes de la ovulación en la mayoría de las especies domésticas, inicia los cambios foliculares críticos, estos alteran su condición endocrina y producen la liberación del ovocito. El pico de LH permite el inicio del proceso de luteinización en las células de la granulosa que modifican la secreción celular de estrógenos a progesterona. Los niveles de LH descienden desde el pico a niveles bajos propios del diestro al cabo de unos pocos días después de la ovulación (Morel, 2005).

Felipe y Gómez (2001), mencionan que el folículo produce un adelgazamiento de su pared, debido a que la LH estimula la síntesis de una enzima proteolítica, que debilita la pared folicular y conduce a su ruptura; se rompen vasos sanguíneos causando una hemorragia local, además de la pérdida del fluido del folículo. Esto provoca la protrusión de la capa granulosa y de la teca, formándose el cuerpo

hemorrágico. Luego de la formación del cuerpo hemorrágico, las células de la teca interna y de la granulosa se diferencian en células luteales para formar el cuerpo lúteo (Senger, 2003).

La principal función del cuerpo lúteo es la secreción de progesterona, que prepara el útero para el inicio y el mantenimiento de la gestación. En la yegua el bloqueo de las gonadotropinas por parte de la progesterona no es tan completo como en otras especies. Los niveles elevados de progesterona tendrían un efecto inhibitorio en la liberación de LH, pero no parece tener los mismos efectos inhibitorios sobre la FSH. En efecto, es una particularidad de la yegua un segundo pico de FSH que se observa 10-12 días después de la ovulación, a pesar de los niveles de progesterona que están presentes (Morel, 2005).

Si no hubo fecundación, el útero segrega $\text{PGF2}\alpha$, provocando la regresión del cuerpo lúteo y la subsecuente caída de los niveles de progesterona al final del ciclo y su reemplazo por el cuerpo blanco (Felipe *et al*, 2012).

La liberación de oxitocina parece estar implicada también en el mensaje de la ausencia de gestación. En este caso la oxitocina se produce en el cuerpo lúteo y se transporta por el torrente circulatorio hasta el útero, donde al parecer potencia la liberación de $\text{PGF2}\alpha$. La caída en los niveles de progesterona, en respuesta a la secreción de $\text{PGF2}\alpha$, retira toda la inhibición sobre la liberación de gonadotropinas, permitiendo que comiencen los cambios hormonales asociados con el estro y la ovulación (Morel, 2005).

Si se producen la fecundación y la gestación, el cuerpo lúteo segrega progesterona en altas concentraciones, con lo cual frena el estímulo hipofisiario (regresión negativa). La vida media del cuerpo lúteo después de la ovulación debe ser

suficiente como para permitir que el embrión sintetice y libere factores que permitan que el cuerpo lúteo se mantenga. La presencia de embrión bloquea la síntesis de PGF2 α y favorece la continuidad de la actividad luteica.

Durante la gestación del día 40 al 70 se produce la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) que es la que se encarga de mantener la gestación. Esta hormona eCG junto con la FSH de la pituitaria estimula la formación del cuerpo lúteo accesorio que garantiza la producción de progesterona hasta el día 100 de gestación cuando la placenta ya puede mantener por sí sola la producción de progesterona y la gestación (Dales, 1993).

La presencia del semen en el útero, por servicio natural o inseminación artificial, provoca una respuesta inflamatoria en todas las yeguas. En una yegua normal, las células inflamatorias, el fluido uterino y el esperma muerto son eliminados del útero a través del cérvix por las contracciones uterinas. En la mayoría de las yeguas, la respuesta inflamatoria es máxima a las 8-12 horas y se resuelve a las 24 horas. En la yegua, la inflamación del endometrio por contaminantes bacterianas puede inducir la síntesis y la liberación de cantidades significativas de PGF2 α , lo que conduciría a una luteolisis prematura y, por lo tanto, el acortamiento del ciclo estral. La ovulación múltiple, es decir, la liberación de más de un ovulo por estro, es cada vez más frecuente en las yeguas (Davidson *et al*, 2014).

La LH se secreta de una manera episódica, de baja intensidad, durante el diestro; no obstante, de forma ocasional, estos episodios pueden ser lo suficientemente elevados para causar la ovulación en la mitad del ciclo, a pesar de los elevados niveles de progesterona presentes en ese momento. Esta evidencia de picos de LH y el previamente discutido pico de FSH a mitad del ciclo, indica que, a diferencia de otras especies, la progesterona no bloquea por completo la liberación de gonadotropinas en las yeguas (Morel, 2005).

2.2.4 Fotoperíodo

Desde el punto de vista reproductivo, la yegua es una especie poliestrónica estacional con actividad ovárica en la época de primavera- verano y un periodo de ausencia sexual en otoño e invierno. Esta estacionalidad reproductiva de la yegua está regulada principalmente por los cambios en la duración del periodo de luz cada día (fotoperíodo) aunque puede ser modulada por la temperatura y la disponibilidad del alimento (Luna *et al*, 2010).

El principal factor que regula la estacionalidad es el fotoperíodo. La melatonina, hormona producida durante la noche por la glándula pineal, es considerada que actúa como intermediario entre la percepción del ciclo claro-oscuro y la respuesta Hipotálamo- hipofisiaria en esta especie (Palmer *et al*, 1962).

La actividad ovárica aumenta conforme se incrementa las horas luz, hasta alcanzar, en el hemisferio Norte, un patrón cíclico regular entre abril y septiembre, que corresponden con el periodo de mayor longitud del día. Posteriormente, la actividad ovárica se reduce conforme disminuye la duración de la luz diaria, hasta llegar a cesar durante noviembre a enero, cuando los días son más cortos. En el hemisferio sur las temporadas reproductivas y de anestro se invierten debido a que la longitud del día también sigue un patrón opuesto al del hemisferio norte.

Varios estudios han demostrado la eficiencia de los programas de fotoperíodo artificial para adelantar el inicio de la estación de actividad ovárica en yeguas en anestro estacional (Luna *et al*, 2010).

En la Universidad Autónoma de Yucatán, se estudió el comportamiento reproductivo de yeguas pura sangre ingles pertenecientes a un criadero comercial a 19° 30 N y 119°27 O, donde se obtiene los partos al principio del año.

Las hembras se mantuvieron en pastoreo con complemento alimenticio diariamente. Los servicios se realizaron por monta natural del 15 de febrero al 30 de junio. Las yeguas que no concibieron se trataron con luz artificial, adicional al fotoperiodo natural, del 1 de diciembre al 31 de enero.

El 35.7%, 17.8%, 19.4%, 14.7% y 12.4% de los partos se presentaron en enero, febrero, marzo, abril y mayo, respectivamente. Los intervalos del parto al primer celo, primer servicio y la concepción fueron de 14, 25 y 117 días. Se necesitaron 2.83 servicios por concepción. El 51.0% de las ovulaciones se realizaron en el ovario izquierdo, el 43.9% en el derecho y el 5.1% en ambos. El 48.3% de las gestaciones se desarrollaron en el cuerno uterino derecho, el 47.5% en el izquierdo y el 4.2% en ambos. El 42.9% de las crías fueron hembras y el 57.1% fueron machos.

El hecho de delimitar la temporada de empadre de febrero a junio, y a las hembras que no concibieron en esta temporada ofrecerles tratamiento de horas luz adicional al fotoperíodo durante diciembre y enero, incrementó la incidencia de partos al principio del año (Vázquez *et al*,2004).

2.3 Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua

La infertilidad en las yeguas es uno de los mayores problemas que se plantean dentro del mundo de la patología equina y es causa de pérdidas económicas sustanciales.

Cuando se habla de rendimiento reproductivo se refieren a la capacidad de una hembra en edad fértil de quedar preñada y criar un potro vivo a término. Múltiples factores intervienen en el rendimiento, ya sean externos, como es el caso de asistencia humana, e internos como es el caso de la presencia de bacterias productoras de endometritis o fallas fisiológicas y anatómicas consecuencia de anomalías genéticas hereditarias (Ganin, 2017).

2.3.1 Anormalidades ováricas

Las anormalidades ováricas en algunas ocasiones se deben a la ausencia de los ovarios, esto debido a una intervención quirúrgica o anormalidades cromosómicas (Morel, 2005).

En la mayoría de los casos son por anormalidades anatómicas y fisiológicas como las que se muestran a continuación:

2.3.1.1 Atresia folicular

La atresia folicular se refiere al proceso normal de degeneración y reabsorción del folículo ovárico antes de que llegue a la madurez y se rompa (Tesauro, 2013).

En la naturaleza de la yegua la dinámica folicular es un proceso de crecimiento continuo y de la regresión de folículos antrales lo cual conduce al desarrollo del folículo preovulatorio y se ve influenciado por factores extrínsecos como la nutrición, estrés, estación del año y fotoperiodo (Sharp y Ginther, 1975). Así los factores ambientales propios de una región (temperatura y horas luz) explican las diferencias en tamaño folicular al momento de la ovulación (Ramírez *et al*, 2010).

Durante un ciclo estral pueden ocurrir una o más oleadas (Lucy *et al*, 1992). De este conjunto, uno o varios folículos son seleccionados y uno de ellos se convierte en dominante (en hembras monotocas), mientras que el resto sufre atresia; donde el folículo dominante de la última oleada en un ciclo estral está destinado a ovular (Savio *et al*, 1990).

El folículo dominante también puede sufrir atresia debido a la deficiencia de FSH, aunque es menos dependiente de esta hormona, el mantenimiento de una concentración mínima plasmática de FSH es esencial para su supervivencia, siendo que niveles por debajo del nivel basal predisponen a la atresia del folículo dominante (Mihm y Bleach, 2003).

2.3.1.2 Persistencia y falla de los cuerpos lúteos

Ambos se manifiestan con ciclos estrales largos o cortos respectivamente. La falla del cuerpo lúteo (CL) es menos evidente que la persistencia del mismo, no obstante, la falla se ha implicado en experimentos utilizando suplementación con progesterona para prevenir abortos. La persistencia del CL es más frecuente y es una causa importante de anestro. La duración normal de un CL es de 14 días, después de los cuales, en ausencia de una gestación, la hormona PGF2 α , secretada por el endometrio, tiene su efecto (McCue, 2000; Morel, 2005).

En ocasiones una yegua puede no presentar la regresión espontánea del cuerpo lúteo en el momento normal. Las causas más comunes de persistencia son:

- Mortalidad embrionaria.
- Endometritis crónica.
- Inadecuada secreción de prostaglandinas.
- Ovulaciones en la última parte del diestro que originan CL inmaduros.

Por lo tanto, la persistencia del CL se debe al fallo de la PGF₂ α o de la incapacidad del CL de responder a ella. La presencia de esta patología implica ausencia de estro y se confirma por palpación rectal o ecografía, en la palpación se muestra el elevado tono a nivel del útero, y por vía transvaginal, cérvix cerrado y seco. Todos estos efectos son producidos por la progesterona (McCue, 2000; Morel, 2005).

2.3.1.3 Folículos anovulatorios

La principal relevancia de esta condición radica en el fracaso del colapso del folículo dominante y, en consecuencia, la no liberación del ovocito y, por lo tanto, la imposibilidad de fecundación y la preñez (Newcombe, 2010).

La formación de un folículo anovulatorio implica el desarrollo de tejido vascularizado luteal. La incidencia de folículos anovulatorios es de aproximadamente del 5 y el 20% de los ciclos estrales durante la estación ovulatoria. Las estructuras son más comunes en yeguas viejas (> 20 años), tienden a ocurrir repetidamente, y ocurren más frecuentemente durante la fase folicular tardía. Un hematoma que se forma en el estro en lugar de ocurrir la normal ovulación se ha denominado un folículo anovulatorio hemorrágico; las descripciones iniciales de folículos anovulatorios hemorrágicos se basan en la ecografía transrectal (Ginther, 2007).

Los folículos que alcanzan grandes tamaños y fallan en la ovulación, se desarrollan más comúnmente durante la época de transición entre primavera y otoño: sin embargo, los folículos anovulatorios persistentes se convierten en folículos anovulatorios hemorrágicos y esto ocurre en menor frecuencia durante la etapa de monta fisiológica, estos folículos pueden permanecer por meses, lo que resulta en largos periodos interovulatorios (Squires, 2002).

Dentro de las características principales de los folículos anovulatorios se encuentra en el fracaso del folículo dominante para colapsar y se supone que el ovocito no puede ser liberado sin colapso folicular y evacuación de fluidos. Por lo tanto, se espera que en yeguas con folículos anovulatorios y sin ovulación concurrente normal, la fertilización no sea posible. Parece imposible cuando se utiliza ultrasonografía en modo B en tiempo real para distinguir entre un folículo pre ovulatorio que va a colapsar normalmente y ovular y otro que no se romperá. Por estas razones, es clínicamente relevante poder diagnosticar con precisión la ovulación y distinguirla de un folículo anovulatorio (Ginther, 2006).

Las principales causas de folículos anovulatorios es sin duda el uso excesivo de sustancias exógenas, las cuales alteran en diferentes niveles el ciclo estral normal de la yegua.

Según Ginther (2007), en un estudio hecho en la Sabana Bogotá, la formación de un folículo anovulatorio hemorrágico fue del 5% en temporada de ovulación y 23% en la finalización de la temporada en la ovulación en países estacionales. Las estructuras son comunes en yeguas de edad, que ocurren durante la fase folicular tardía con una repetición del 50%.

2.3.1.4 Tumores de células de la granulosa

El tumor ovárico más común en las yeguas, es el tumor de las células de la granulosa (TCG). Los TCG son casi siempre unilaterales, de crecimiento lento y benignos. El examen ecográfico del ovario afectado muestra frecuentemente una estructura multiquística o en forma de panal de abejas. Este tumor puede presentarse también como una masa sólida o como un quiste único de gran tamaño. El ovario contralateral es generalmente pequeño e inactivo, aunque se han comunicado casos en yeguas con TCG en un ovario y el ovario contralateral funcional. Las alteraciones de comportamiento en yeguas afectadas se traducen en anestro prolongado, agresividad o comportamiento de semental o estro persistente (Bailey, 2002).

Los TCG son hormonales activos y los análisis clínicos para la detección de los mismos se basan en las determinaciones de los niveles de inhibina, testosterona y progesterona. La inhibina se encuentra elevada aproximadamente en el 90% de las yeguas con TCG. La hipótesis establecida es que la inhibina producida por el TCG es la responsable de la inactividad del ovario contralateral, a través de la inhibición de la secreción de FSH. Los niveles de testosterona podrían estar elevados si un componente significativo de células tecaes se halla presente en el tumor. La testosterona se encuentra aumentada en aproximadamente 50-60% de las yeguas afectadas, mostrando generalmente comportamiento de semental (Donna, 2003).

Las concentraciones de progesterona en yeguas con TCG, se encuentran casi siempre por debajo de 1 ng/ml, porque no hay desarrollo folicular, ovulación, ni formación de cuerpo lúteo (Hinrichs, 2010).

Los tumores TCG en algunas ocasiones pueden provocar ninfomanía que es la alteración del comportamiento de la yegua que la lleva a exhibir siempre signos de celo, pero con agresividad, la base hormonal de este comportamiento es una sobre

carga de estrógenos este aumento de estrógenos puede venir por una retención de folículos y en otras ocasiones por un tumor de células de la granulosa (Lima *et al*, 2011).

El tratamiento para este tumor deben ser abordajes quirúrgicos como laparotomía media ventral y laparoscopia. La ovulación del ovario restante se producirá aproximadamente de 6 a 8 meses después de la extirpación del tumor. Los intentos de inducir la ovulación en estos casos con GnRH, han fracasado (McCue, 1998).

En un estudio realizado en Colombia en la clínica de grandes animales de la Universidad de los Llanos, se recibió una yegua de paso fino colombiano, de 6 años de edad con peso de 319 kg en aparente buen estado de salud con antecedentes de anestro e infertilidad y alteraciones en el comportamiento durante los últimos 18 meses.

Se le realizó un diagnóstico en base a las alteraciones del comportamiento de la yegua, signos clínicos, palpación rectal, examen ultrasonográfico transrectal, histopatología y por altos niveles de testosterona plasmática.

En el examen clínico las constantes fisiológicas se encontraron normales. En la palpación rectal se encontró un útero normal, el ovario (derecho) presento un aumento exagerado de tamaño. El ovario contralateral se palpo pequeño e inactivo. En el examen ultrasonográfico transrectal con sonda lineal de 5.0 y 7.5 MHz (piomedical200R), evidenció un ovario agrandado mayor de 10 cm de diámetro, tenía apariencia de un ovario transicional conteniendo numerosos folículos anecogénicos de menos de 25 mm de tamaño, a manera de una estructura poliquística semejante a un panal de abejas, mayor de 10 cm de longitud x 8 cm de ancho. En la muestra de sangre se encontraron niveles de 100 pg/ml de testosterona.

Estos estudios determinaron que se trataba de un tumor y realizaron una intervención quirúrgica del ovario derecho, posteriormente se enviaron muestras para un estudio hepatológico de diferentes sitios del tumor en el cual se observó la presencia de células de la granulosa de apariencia ovoide y con esto se confirmó que se trató de un (TCG) tumor de células de la granulosa (Risch, 1998).

2.3.1.5 Anestro postparto

Múltiples factores pueden influir en la actividad ovárica de las yeguas después del parto. La mayoría de las yeguas desarrollan folículos y ovulan entre las primeras dos semanas postparto. Sin embargo, en algunas ocasiones, una ovulación puede ser seguida por un periodo anovulatorio o anestro, o tener un desarrollo folicular no significativo sin llegar a ovular inmediatamente después del periodo postparto. En el llamado “anestro por lactancia” las yeguas no ovulan y/o no muestran celo durante el periodo postparto. En yeguas que paren temprano en la temporada, el intervalo desde el parto a la primera ovulación y la incidencia de inactividad ovárica se incrementa significativamente. Consecuentemente, es difícil distinguir entre un anestro postparto debido al corto tiempo de fotoperiodos y uno causado por los efectos de la lactancia.

Sin embargo, algunas yeguas que no muestran desarrollo folicular en los primeros 40 a 60 días después del parto o presentan un anestro seguido de la ovulación, podrían tener una rápida recuperación del desarrollo folicular luego del destete del potrillo. La incidencia reportada de anestro por lactancia ha sido de entre el 21% y el 74%, en contraste, otros investigadores han reportado que la lactancia no tiene un verdadero efecto sobre la actividad ovárica (Nagy, 1998).

La condición corporal desempeña un papel importante en la actividad ovárica postparto. La inadecuada nutrición y pobre condición corporal puede manifestarse en un retorno retardado de la actividad ovárica postparto, en la disminución de las tasas de preñez y en el incremento de las pérdidas en la recuperación de embriones. El intervalo hasta la segunda ovulación se incrementa en las yeguas con baja condición corporal y el pico de LH disminuye durante el celo del potro, estas yeguas, por lo general, no muestran signos de celo. El fenómeno de “anestro por lactancia” puede, de hecho, ser una combinación de efectos durante la temporada, como la condición corporal y la lactación. El anestro en yeguas que paren en las fases tempranas de la temporada, puede prevenirse mediante la exposición de estas yeguas a luz artificial en los últimos 2-3 meses de gestación.

Se ha reportado, que yeguas expuestas a luz artificial durante estos periodos, son propensas a ovular durante el celo, continuar la actividad folicular y disminuir el periodo entre el parto y la primera ovulación, en contraste con aquellas yeguas que no fueron expuestas a la luz artificial. Como posibles tratamientos farmacológicos se puede utilizar hormonas como la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG), que tiene actividad luteinizante, esta droga modera el edema uterino y aumenta el desarrollo folicular en un tamaño mayor o menor a 35 mm de diámetro, que usualmente es aquel con el que ovula aproximadamente dentro de las 36 +/- 4 h, se sabe que esta droga es muy eficiente en inducir la ovulación en yeguas jóvenes, en yeguas de mediana edad y mayores que no han sido inducidas previamente. Se ha documentado que la administración repetida de hCG, a lo largo de las temporadas, pueden generar anticuerpos dificultando su acción. En estos casos puede utilizarse la deslorelina, un péptido que estimula la liberación prolongada de LH accionando sobre la hipófisis anterior (McCue, 2007).

En un estudio que realizó en el Haras “La Quebrada” ubicado en Pilar, provincia de Buenos Aires, y que tenía como nombre yegua en anestro posparto, se llevó a cabo desde el mes de julio al mes de diciembre del año 2015.

Se estudiaron 180 yeguas de la raza Pura Sangre de Carreras que parieron entre los meses de julio a noviembre. La edad promedio de las yeguas en el estudio fue de un rango de 5 a 20 años. La condición corporal vario durante el año a consecuencia del mayor requerimiento energético a medida que avanzaba la gestación, pero en promedio fue de 2,5 a 3 en una escala del 1 al 5 en los animales. La alimentación se basó en pasturas conformadas por ray grass en mayor cantidad, pasto ovilla y festuca. Además, se les daba una ración por la mañana de 3 kg de avena más 1,5 kg de alimento balanceado a cada yegua por día.

En las yeguas afectadas se realizó un seguimiento ecográfico para poder determinar el periodo parto - primera ovulación. Además, se evaluó el efecto de la edad sobre dicho intervalo, determinando el porcentaje de animales con anestro menores y mayores de 10 años.

El estudio arrojó que del total de yeguas paridas durante la temporada 2015, 22 de ellas se encontraron en condición de anestro luego del parto. Si el total de hembras a parir fue de 180, esto indicó que hubo un 12,2% de yeguas afectadas. Las 158 yeguas restantes ciclaron de manera normal. El mayor porcentaje de yeguas en anestro posparto se observó durante el inicio de la temporada reproductiva (julio-agosto).

Con esto se concluyó que el promedio del intervalo parto – primera ovulación en las yeguas comprometidas en este estudio fue de 83 días, con un rango que fue de 46 a 128 días el cual normalmente debería ocurrir entre los 10 a 15 días siguientes al nacimiento y en relación a la edad no se observó una relación entre la edad y la aparición de anestro postparto (Quattrocchio,2015).

2.3.1.6 Quistes uterinos

Granjan (1995), menciona que los quistes uterinos generalmente son ubicados en la zona de implantación y pueden ser palpables si se acompaña de atrofia miometrial del segmento, pero generalmente son microscópicos, derivados, de vasos linfáticos de la lámina propia o en el tejido conectivo de los pliegues endometriales. Han sido correlacionados con mortalidad embrionaria, pero la conexión no es aún del todo clara (Kenney *et al*, 1986).

Los quistes endometriales detectados ecográficamente, se han relacionado con subfertilidad, ya que en la gestación temprana limitan los movimientos del embrión, impidiendo un adecuado reconocimiento materno de la gestación o bien, en etapas más tardías, limitando la nutrición (Mickinnon, 1993).

En un estudio que se realizó en Chile para conocer las principales alteraciones del endometrio en yeguas con antecedentes clínicos reproductivos de subfertilidad se utilizaron 25 animales de la raza criolla chilena. A cada yegua se le registró su historia clínica reproductiva, sometiéndose a un examen clínico reproductivo, ecográfico y biopsia endometrial.

Quince de las yeguas (60%), presentaron alteraciones en el examen clínico reproductivo, encontrándose animales con más de una alteración simultáneamente. Los hallazgos ecográficos más frecuentes fueron líquido intrauterino (8 yeguas), fibrosis (7 yeguas) y quiste endometrial (4 yeguas), con menor frecuencia se presentó mucometra y piometra.

La presencia de quistes endometriales en este estudio fue muy baja, atribuible probablemente al reducido número de yeguas. Los quistes endometriales detectados ecográficamente, se han relacionado con subfertilidad (Rivera, 2003).

2.3.2 Anormalidades cervicales

Las alteraciones cervicales se clasifican en adquiridas y congénitas, siendo las adquiridas las más comunes. La etiología de estas últimas puede ser infecciosas, inflamatorias y/o traumáticas. Estas alteraciones llevan a una incorrecta función del cérvix, lo que repercute negativamente sobre la fertilidad de las yeguas. Las lesiones en el cérvix causan infertilidad por obstruir su luz o impedir su cierre (Leblanc, 1998).

El problema más comúnmente asociado con los defectos cervicales son la endometritis y la infertilidad (Henderson, 2007).

La mayoría de las lesiones cervicales ocurren durante el parto, y varían según el tipo y la profundidad del daño (Leblanc, 1998). La inflamación, las adherencias, los defectos en la mucosa, las laceraciones y la incompetencia son las anormalidades cervicales más frecuentes (Cadario, 2011).

Pueden causar adherencias que pueden bloquear la entrada a través del cuello uterino o causa incompetencia. Esto inhibe la entrada de semen y permite infecciones en el útero (Morel, 2005).

En un estudio que se realizó en la Universidad Santo Tomás, Talca, Chile, tuvo como objetivo el evaluar la integridad uterina de yeguas Pura raza chilena con relación a la edad y número de partos. Se trabajó con 30 yeguas estratificadas según edad

(jóvenes: 2-12 años; adultas >12 años) y número de partos (0,1-2, >2 partos). Se evaluó la integridad del cérvix y se realizaron biopsias para citología y cultivo microbiológico del endometrio. El 73% de las yeguas presentaron alteraciones histopatológicas sin asociación estadística con edad y número de partos. La citología uterina demostró que el 43.3% de las yeguas cursaba una endometritis, condición que demostró asociación significativa con edad y número de partos. *Escherichia coli* fue aislada en 8 de las 10 endometritis bacterianas del estudio. Así mismo, 13 yeguas presentaron anormalidades del cérvix, lo cual se asoció con edad y número de partos.

En el estudio anatómico del cérvix uterino, 13 ejemplares (43.3%) presentaron alguna de las alteraciones descritas para la condición anormal, determinándose que existe asociación con el grupo de mayor edad, ya que el 66.7% de yeguas añosas presentó cérvix alterado en comparación con el 27.8% de las yeguas jóvenes. También se determinó una asociación estadística entre la alteración del cérvix y el número de partos, donde el 80% de las yeguas con más de 2 partos presentaron cérvix anormal, en comparación con el 14.3 y 30.8% en yeguas con 1-2 y 0 partos, respectivamente. Además, se encontró una alta asociación entre la presentación de cérvix anormal y la condición de infección uterina, donde las yeguas con anormalidades cervicales presentan 10.83 veces más riesgo de generar crecimiento bacteriano intrauterino.

Los resultados indican que la edad y el número de partos son factores que deben ser considerados al evaluar la fertilidad potencial de las yeguas pura raza chilena (Muñoz *et al*, 2018).

Según LeBlanc y Causey (2009), las yeguas con menor número de partos poseen una morfología cervical libre de alteraciones, y aquellas con mayor número de partos sufren defectos en las barreras físicas del cérvix como laceraciones y adherencias, situación que pudiera predisponer el ingreso de bacterias al útero. En

este estudio la observación de cérvix anormal se relacionó con edad avanzada, condición múltipara y con infección del útero.

2.3.3 Anormalidades vulvares

El periné en la yegua corresponde a la zona que incluye ano, vulva y piel adyacente, dentro de las afecciones de la deformación y angulación anormal de la vulva, es una de las alteraciones más frecuentes. La vulva es la primera barrera para evitar la aspiración de aire y contaminantes hacia el interior del tracto reproductivo además del esfínter vestibular y el cérvix (Mckinnon,2009).

La aspiración involuntaria e ingreso de aire al interior de la vagina se denomina pneumovagina y es producto en la mayoría de los casos de una defectuosa conformación del periné, siendo factores predisponentes para que esto ocurra (Leblanc, 2002).

La pneumovagina es responsable de infertilidad en yeguas destinadas a reproducción, sin embargo, es importante señalar que esta alteración puede también construir un problema en animales en pleno trabajo y/o competencia, generalmente ocurre en yeguas muy delgadas y con pobre conformación vulvar, el compromiso en el rendimiento se debe a que la aspiración brusca de aire por la vagina emite un fuerte sonido, lo cual sumando a la incomodidad que produce, distrae al animal de su principal objetivo.

En la yegua normal, la vulva proporciona la primera barrera efectiva para proteger el útero de la infección ascendente. Si el sello vulvar es incompetente, se puede producir la aspiración del aire y la contaminación en la vagina. La vaginitis inicial puede conducir a cervicitis y endometritis aguda que resulta en la subfertilidad. El

tratamiento debe ser dirigido a corregir la causa de neumovagina y tratar simultáneamente la endometritis aguda resultante. El primero puede hacerse quirúrgicamente mediante la operación de Caslick (Pycock,2006).

2.3.4 Anormalidades cromosómicas

Las aberraciones de los cromosomas sexuales están muchas veces asociadas con signos clínicos que afectan la salud y la reproducción equina. Sin embargo, la manifestación anormal de las aberraciones cromosómicas suele aparecer en la madurez y los desórdenes potenciales pueden ser sospechados con poca frecuencia (Morel, 2005).

La dotación cromosómica normal de los caballos es de 64 (32 pares) y la dotación, de la hembra se expresa 64XX. Las diferentes anormalidades comprenden: el síndrome de Turner es una de las anormalidades más comunes, donde la hembra solo posee un cromosoma X (ósea, es 63 XO). Dichos individuos se caracterizan por poseer ovarios pequeños y rudimentarios, un útero flácido poco desarrollado sin actividad ovárica y, por lo tanto, permanecer siempre en anestro: dichas yeguas tienden a tener una baja estatura. Una yegua acíclica en medio de la temporada reproductiva es una candidata para ser diagnosticada con el síndrome de Turnes o XO, teniendo en cuenta que no se le ha administrado ningún anti GnRH (Mckinnon, 2011).

Puede haber mosaicismo con dotaciones cromosómicas de 64/XX en algunas células y 63/XO en otra; dichos individuos presentan ciclos estrales erráticos sin ovulación (Morel, 2005).

En contadas ocasiones aparecen dotaciones cromosómicas 64/XX/65/XXY; dichos caballos se denominan intersexo. El diagnóstico positivo de las anomalías cromosómicas solo es posible con un mapa genético obtenido por medio de un análisis citogenético de muestras de sangre, aunque pueden ser indirectamente indicados fisiológicamente. Estos se manifiestan como problemas de esterilidad con el animal que tiene genitales externos y gónadas femeninas que pueden no coincidir con el cariotipo o son hipoplásicas (Morel, 2005).

Más recientemente, se han asociado pequeñas translocaciones con la muerte embrionaria temprana repetida (METR). Puede ocurrir que yeguas que presentan METR puedan pasarse por alto como portadoras potenciales de anomalías cromosómicas. En general, las anomalías cromosómicas pueden tener una mayor influencia sobre la fertilidad de la yegua de lo que se pensaba. Por lo tanto, es importante cariotipificar las yeguas subfértiles (Mckinnon, 2011).

En un estudio que se realizó en Colombia se tomaron muestras de sangre periférica a cuatro yeguas de 19, 13, 10 y 4 años de edad, de raza silla francesa, 2 criollas colombianas y 1 paso fino colombiano respectivamente, para realizar cultivo de linfocitos. Los animales fueron remitidos por la clínica de reproducción al laboratorio de citogenética animal de la facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia por antecedentes de problemas reproductivos. A la palpación se detectaron órganos reproductivos subdesarrollados; ausencia de preñez, además abortos frecuentes y en algunos casos nacimientos de potros inmaduros o con defectos fenotípicos. La evaluación citogenética se realizó mediante análisis de cromosomas obtenidos a partir de cultivo de linfocitos, y teñidos con Giemsa. El complemento cromosómico en todos los animales estudiados fue 63, XO/64, XX; las células con monosomía del X, (63, XO) oscilaron entre el 25% y 63% de las células analizadas y las células normales (64, XX) entre el 37% y el 75%.

Los resultados de estos análisis demostraron los beneficios de este tipo de diagnóstico para determinar fallas reproductivas que involucran anomalías cromosómicas en yeguas que fenotípicamente no presentaban alteraciones evidentes (Moncaleno *et al*, 2006).

2.3.5 Anormalidades uterinas

La principal anomalía uterina es la endometritis es el nombre que se le da a la inflamación del endometrio una “capa” o mucosa que tapiza la cara interna del útero donde se implanta el embrión para su futuro desarrollo (Malschitzky *et al*, 2007).

La endometritis puede presentarse tanto en yeguas viejas como en yeguas jóvenes y es una de las causas que origina la muerte embrionaria temprana. Sin embargo, existe una mayor susceptibilidad a que la contraigan yeguas viejas. Existen dos formas inflamatorias de la enfermedad endometrial: endometritis aguda y crónica. La endometritis aguda se caracteriza por la presencia de neutrófilos en el estroma del endometrio y el lumen uterino; las dos formas patológicas primarias de endometritis aguda son la endometritis persistente inducida por el coito y la endometritis infecciosa.

Walter (1991), dice que la endometritis bacteriana en las yeguas, es considerada como la causa más común de infertilidades. A causa de diagnósticos inadecuados, los tratamientos antibióticos generalmente fracasan aumentando los casos de infertilidad en las hembras.

El principal factor del que depende el control de esta patología es la existencia de mecanismos de defensa que eliminan los contenidos uterinos tras el apareamiento o el parto (Peña, 2011).

La endometritis en la yegua se puede subdividir en infecciones aguda, crónica y endometritis inducida por el apareamiento (natural o artificial). El principal factor del que depende el control de esta patología es la existencia de mecanismos de defensa que eliminen los contenidos uterinos tras el apareamiento o el parto. Los procesos infecciosos - inflamatorios ocupan del 25% - 60% de las causas de infertilidad; de los cuales la endometritis tiene una prevalencia del 30% (Cusey, 2008).

Las bacterias más comunes obtenidas de cultivos bacterianos son: *E. Proteus spp*, *Staphilococcus aureus*, *Strepcoccus spp*, *Pseudomona aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* (Pacheco, 2011).

Los desórdenes en la anatomía reproductiva también juegan un papel muy importante en la presentación de esta enfermedad, entre ellos podemos mencionar: deficiencias en las contracciones del miometrio, inadecuado drenaje linfático, mala actividad mucociliar, función cervical alterada, degeneración vascular, inflamación del endometrio, mala conformación perineal. Se ha reportado que yeguas de edad avanzada pueden ser susceptibles a presentar la enfermedad (Ricketts, 2008).

Para el diagnóstico de infección uterina, se emplean técnicas de cultivo bacteriológico, examen citológico y biopsia uterina, siendo esta ultima la más efectiva para identificar el grado de compromiso del endometrio y de este modo tener una estimación de las expectativas de fertilidad y orientación hacia una posible terapia. El tratamiento con infusiones intrauterinas de antibióticos ha resultado beneficioso en condiciones de infección aguda y especialmente en yeguas cuyo endometrio no presenta fibrosis periglandular en la biopsia uterina. En yeguas con proceso inflamatorios crónicos en útero, el pronóstico para la fertilidad futura, sin duda se ve disminuido, en razón a ello se han desarrollado nuevos tratamientos intrauterinos, señalándose: filtrados bacterianos de *streptococcus zooepidemicus*; plasma autólogo; raspado uterino; dimetilsulfoxico (DMSO). Los resultados de estos tratamientos

expresados en tasas de concepción, fluctúan entre 50-60% representando una interesante alternativa terapéutica para la recuperación de fertilidad en yeguas con endometritis crónica (Sánchez et al, 1991).

Los problemas de fertilidad derivados de la acumulación de líquido en el interior del útero son comunes en la yegua. La baja fertilidad es debida a fallos en la implantación del embrión. En otras ocasiones la endometritis provoca liberación de PGF2 α y por tanto la regresión del cuerpo lúteo. Es importante tener en cuenta que en ocasiones estos problemas se derivan de una infección endometrial (Hughes, 1975).

En un estudio que fue realizado en el laboratorio de reproducción animal y mejoramiento genético, en la universidad estatal del norte de Rio de Janeiro. Se valoraron diferentes diagnósticos para proporcionar información más precisa sobre la endometritis y el perfil endometrial real al comienzo de una temporada de reproducción, 51 yeguas con falla reproductiva fueron evaluadas. Se realizaron 2 diagnósticos diferentes de citología uterina, cultivo de material de lavado uterino y ensayo de biopsia. Los datos se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadro para comparar diferentes métodos de diagnóstico en la misma muestra de cada yegua, y se realizaron pruebas de sensibilidad y especificidad.

La mayoría de las evaluaciones no mostraron asociación entre la citología y otros métodos de diagnóstico, excepto el cultivo bacteriano. La bacteria más común encontrada fue *Escherichia coli*, pero no se asoció con la presencia de neutrófilos en la citología. La presencia de *estreptococo* B-hemolítico estaba bien caracterizado por citología positiva y aspecto líquido de lavado turbio. El perfil endometrial se vio afectado por la edad y si la yegua era donante receptora. El método de diagnóstico más sensible fue el aspecto macroscópico del líquido de lavado. La endometritis debe diagnosticarse por al menos dos métodos para aumentar la precisión (Rachel et al, 2018).

III.- CONCLUSIONES

En las yeguas la eficiencia reproductiva es menor que en otras especies domésticas, de ahí la importancia de conocer los aspectos relacionados con su anatomía y fisiología, así como la relación que estos presentan con los principales factores que pueden incidir en la respuesta reproductiva en esta especie animal. El grado de atención que se ponga a los diferentes factores, tales como los nutricionales, sanitarios, ambientales, fisiológicos, anatómicos y genéticos representan una oportunidad para mitigar sus repercusiones en la eficiencia reproductiva en las yeguas.

RESUMEN

Cuando se habla de rendimiento reproductivo se refiere a la capacidad de una hembra en edad fértil de quedar preñada y criar un potro vivo a término. El buen rendimiento reproductivo de la yegua depende de un adecuado desarrollo anatómico y fisiológico de sus órganos reproductivos.

La yegua es un animal poliestrónico estacional de días largos, es decir, que comienza su ciclo reproductivo natural en días de mayor cantidad de horas luz (primavera- verano), este proceso juega un papel importante en el fotoperiodo, el medio ambiente, el estado nutricional y la raza. Cada ciclo es un patrón de eventos fisiológicos y de comportamiento bajo control hormonal, que puede dividirse en fase folicular (estro) y luteal (diestro). Durante el ciclo estral, la ovulación puede presentarse cada 21 días. La regularidad del ciclo, está determinada por el balance de las hormonas producidas por la glándula pineal, el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el endometrio. Los tiempos exactos de estos periodos varían considerablemente entre individuos, según la estación y la edad.

Sin embargo, muchas veces el ciclo reproductivo de la hembra se ve afectado por una serie de factores que ocasionan problemas de fertilidad. Algunos de los problemas pueden ser provocados por fallas fisiológicas y anatómicas como son algunas anomalías ováricas, cervicales, vulvares, cromosómicas y uterinas. Aunque no todas son con la misma frecuencia, causan porcentajes considerables de infertilidad.

Entre mayor sea el grado de atención de los factores y sus efectos en la naturaleza fisiológica de la yegua, mayor podría ser la oportunidad de obtener mejor respuesta en la eficiencia reproductiva.

IV.- LITERATURA CITADA

Bailey, T. J. Dascanio. N. P. 1997. Diagnostic procedures in mare reproduction.: hormonal evaluation and genetic testing. *Compend Contin Educ.*; 19:1183-1189.

Budras, K. D; Sack W. O. y Röck S. 2009. Pelvis, Inguinal Region, and Urogenital Organs, pp 72-87.

Cadario, M. E. 2011. Cervical Abnormalities, pp 113-124. In: C. Carleton (Ed) *Blackwell's Five-Minute Veterinary Consult, Clinical Companion: Equine Theriogenology*, Wiley-Blackwell.

Causey, R. 2007. Uterine therapy for mares with bacterial infections. *Current therapy in equine reproduction. USA: Saunders.* p 105-115.

Dales, P.F. Hughes, J. P. The normal estrous cycle. In: McKinnon AO, Voss JL (eds). *Equine reproduction. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993,* pp 121-132.

Davies, Morel M. C. G. 2005. Fisiología de la reproducción de los equinos, cría y manejo de la yeguada. *Infertilidad,* pp 299-333.

Davies, Morel M. C. G. 2005. Anatomía de la reproducción de la yegua, pp 1-16.

Dyce, K. M. Sack W. O. and Wensing C. J. G. 2010. The Urogenital apparatus, pp 167-215.

Ginther, O.J. 2007. Incidence, endocrinology, vascularity, and morphology of hemorrhagic anovulatory follicles in mares. Artículo. Pag, 130-139.

González, K. 2018. aparato reproductor de la yegua. Artículo.

Hinrichs, K, P. Hunt. 2010. Ultrasound as an aid to diagnosis of granulosa cell tumour in the mare. Equine Vet J 1990; 22:99- 103.

<https://www.redalyc.org/pdf/896/89680204.pdf>

Hughes, J.P y Loy Rg. 1975. The relation of infection to infertility in the mare and stallion Equine Veterinary Journal 7: 155-159.

[file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/Dialnet-Veterinaria-6002124%20\(12\).pdf](file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/Dialnet-Veterinaria-6002124%20(12).pdf)

LeBlanc, M.M. 2004. Endometritis inducida por apareamiento continuo en la yegua: patogénesis, diagnóstico y tratamiento.

http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_equinos/curso_equinos_1/52-endometritits.pdf

LeBlanc, M.M. 2008. When to refer an infertile mare to a theriogenology's. Theriogenology 70: 421-429.

Lucy, M.C. Savio, J.D, Badinga, L. De La Sota RL, Thatcher WW. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. J Anim Sci 70: 3615- 3626.

McKinnon, A.O. Arnold K.S. Vasey J.R. 1991. Selected reproductive surgery of the broodmare. *Equine Reproduction: A seminar for veterinarians*. Sydney: Post Graduate Committee in Veterinary Science. 174,109-125.

[file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/39190-1-135571-1-10-20160318%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/39190-1-135571-1-10-20160318%20(4).pdf)

McCue, P. 2000. Diagnóstico de patologías ováricas. En: *Recent Advances in Equine Reproduction*, BA Ball.

Mihm, M. y Bleach, E. C. L. 2003. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, 78, 217-237.

Morel, D.C. G. 2005. Anatomía de la reproducción de la yegua, pp 1-16. Fisiología de la reproducción de los équidos, cría y manejo de la yeguada, Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Morel, D.C.G. 2005. Anatomía de la reproducción de la yegua, pp. 2-15. Manejo de la monta, pp. 172-173. Infertilidad, pp. 315-333. Fisiología de la reproducción de los equinos, cría y manejo de la yeguada, 2° Edición. Editorial ACRIBIA.

Muñoz, M.P.C. Castro. S.R.A. 2018. Estimación de la integridad uterina en yeguas pura Raza Chilena y su asociación con edad y número de partos. Artículo. Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000200020

Otalvaro, I.J., Claudia J Correa, Carlos E Velásquez, Juan G Maldonado. 2009. Falla ovárica en una yegua de paso fino colombiano: tratamiento combinado homeopático antihomotóxico y hormonal. Revista colombiana de ciencias pecuarias. pp 669.

Paredes, M. P, Hernández A. Jiménez C. 2012. Estudio del intervalo del intervalo interovulatorio en yeguas criollas colombianas. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Artículo.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/33128/33798>

Peña, F. J. 2011. Causas de infertilidad en la yegua: complejo endometritis. Laboratorio de reproducción equina. Universidad de Extremadura.

[file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/Dialnet-Veterinaria-6002124%20\(14\).pdf](file:///C:/Users/Efrain%20Gaspar/Downloads/Dialnet-Veterinaria-6002124%20(14).pdf)

Pycock, J. 2006. How to Maximize the Chances of Breeding Successfully From the Older Maiden Mare: 52 Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP, 2006 - San Antonio, TX, USA, (Ed.). Publisher: American Association of Equine Practitioners, Lexington KY. Internet Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca NY.

Pycock, J. Ricketts S. 2008. Perineal and Cervical Abnormalities. Proceedings of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association. Disponible en el URL: <http://www.ivis.org>.

Quattrocchio, T.M. 2015. Tesina anestro postparto en yeguas pura sangre de carreras. Facultad de ciencias veterinarias UNCPBA.

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/743/QUATTROCCHIO,%20TOMAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, G.G. 2012. Fisiología reproductiva de la yegua, parte I. Artículo <http://referenciasparaconsultoriosmv.com/wp-content/uploads/2018/06/REFERENCIAS-36-15-21.pdf>.

Sharp, D. C. Ginther O.J. 1975. Stimulation of follicular activity and estrous behavior in anestrous mares with light and temperature. J Anim Sci 41: 1368-1372.

Savio, J.D. Boland, M.P. Roche, J.F. 1990. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. J Reprod Fert 88: 581-588.

Senger, P. L. 2003. The Organization and Function of the Female Reproductive Tract, pp 10-41. In: P. L Senger. Pathways to Pregnancy and Parturition, Current Conceptions inc, Pullman.

Silva, A., Raquel C. 2018. Theriogenology. Diagnostic methods to detect uterus illnesses in mares. Pp.285-292.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.042>

Sisson, S. 2001. Sistema urogenital de los equinos, pp 585-614. In: R. Getty. Anatomía de los animales domésticos, Masson S.A, Barcelona.

Tesauro. 2013. Biblioteca agrícola nacional de los Estados Unidos