



Facultad de Veterinaria  
**Universidad** Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

## Aspectos principales del manejo reproductivo de la yegua

Main aspects of the mare's reproductive management

Autor/es

Laura León Casas

Director/es

Fco. Javier Miana Mena

Facultad de Veterinaria

2022

## 1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE .....	2
2.	RESUMEN .....	3
3.	INTRODUCCIÓN .....	4
3.1.	Situación actual .....	4
4.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	7
5.	METODOLOGÍA.....	8
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
6.1.	Anatomía reproductiva de la yegua .....	9
6.2.	Fisiología reproductiva de la yegua.....	12
6.2.1.	Estacionalidad .....	15
6.3.	Comportamiento de la yegua.....	16
6.4.	Manejo del celo.....	17
6.4.1.	Detección del momento de ovulación .....	18
6.5.	Manipulación del ciclo estral.....	19
6.6.	Métodos de reproducción.....	20
6.6.1.	Monta natural .....	20
6.6.2.	Técnicas de reproducción asistida: Inseminación artificial .....	21
6.7.	Gestación y parto .....	24
6.7.1.	Fisioendocrinología de la gestación y el parto .....	24
6.7.2.	Diagnóstico de la gestación.....	25
6.7.3.	Manejo de la gestación y parto.....	27
6.8.	Trabajo de campo.....	28
7.	CONCLUSIONES .....	31
8.	VALORACIÓN PERSONAL.....	33
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
10.	ANEXOS .....	38
10.1.	ANEXO I .....	38

## 2. RESUMEN

Actualmente, España continúa siendo uno de los países europeos con mayor censo de equinos y posee una calidad genética excepcional, en gran parte, gracias a la reproducción. En esta revisión se realiza un recorrido a lo largo de la vida reproductiva de la yegua, resumiendo los conceptos básicos de anatomía y fisiología de su sistema reproductivo y de su ciclo estral; así como nociones acerca de la estacionalidad y el manejo del celo incluyendo la detección y manipulación de este. Se hace hincapié en los principales métodos de reproducción empleados hoy en día en los que destacan la monta natural y la inseminación artificial por encima del resto. También examina conocimientos básicos sobre fisioendocrinología, manejo y diagnóstico de la gestación y parto. La parte final de la revisión presenta un análisis de los resultados obtenidos a partir de un sondeo realizado a nivel nacional sobre aspectos claves del manejo de la yegua en el ámbito de la reproducción.

### ABSTRACT

Currently, Spain continues to be one of the European countries with the largest census of horses and has an exceptional genetic quality, largely thanks to reproduction. This review takes a tour of the mare's reproductive life summarizing the basic concepts of anatomy and physiology of her reproductive system and her estrous cycle, as well as notions about seasonality and heat management including the detection and manipulation of heat. Emphasis is placed on the main reproduction methods used today in which natural mating and artificial insemination stand out above the rest. It also examines basic knowledge about physioendocrinology, management and diagnosis of pregnancy and birth. The final part of the review presents an analysis of the results obtained from a survey carried out at national level on key aspects of mare management in the field of reproduction.

### 3. INTRODUCCIÓN

#### 3.1. Situación actual

Sabemos que la ganadería equina española es, desde siempre, una de las más antiguas de Europa, en la que tradición e historia marcan una relación estrecha con el caballo. Actualmente, España continúa siendo uno de los países europeos con mayor censo de equinos y posee una calidad genética excepcional que ha dado lugar a razas como el Pura Raza Español, uno de los caballos más prestigiosos a escala mundial (RFHE, 2022).

Hoy en día, el sector equino se compone de un entramado socioeconómico complejo debido a la enorme diversidad de actividades, disciplinas y capacidades humanas que desempeñan alguna función a lo largo de la vida del caballo, destacando el ámbito deportivo.

Según un estudio realizado recientemente con la Federación Hípica Española como principal promotor, el sector equino en España supone un verdadero motor económico debido a la actividad económica tanto directa como indirecta generada alrededor del mundo del caballo. Anualmente, este sector genera en la economía española más de 7 mil millones de euros y contribuyendo al 0,59% del PIB (RFHE, 2022).

Hasta el 2011, el incremento en el número de explotaciones y en censo de caballos en España era significativo, pero a partir de ese punto, aunque las explotaciones han continuado aumentando hasta día de hoy, el censo ha disminuido ligeramente, aunque sin causar daños en las variables económicas (MAPA, 2021; RFHE, 2022).

En marzo de 2021, el censo equino se componía de un total de 644.197 cabezas de ganado, un 2,1% más que el año anterior, pero bastantes menos que años anteriores, como en 2018 que contaba con 642.217 cabezas de ganado (MAPA, 2021). Andalucía es la CCAA con mayor censo con unos 205.000 caballos, lo que supone un 32% del total en España (Fig. 1). En segundo lugar se sitúa Castilla y León con un 11% del censo y después Galicia, Extremadura y Asturias que cuentan con el 18% del censo en conjunto (MAPA, 2021).

El número de explotaciones, a diferencia del número de équidos, ha ido aumentando significativamente alcanzado valores de 193.206 explotaciones en 2021, un 2% más que el año anterior y un 2,6% más que en 2018 con 188.202 explotaciones. Al igual que con el censo, Andalucía se sitúa en cabeza con 73.689 explotaciones en su territorio (38,1%), seguido de

Galicia que cuenta con 19.610 explotaciones (10,1%) y después de ambas, Castilla y León con 18.934 (9,8%) (Fig. 2) (MAPA, 2021).

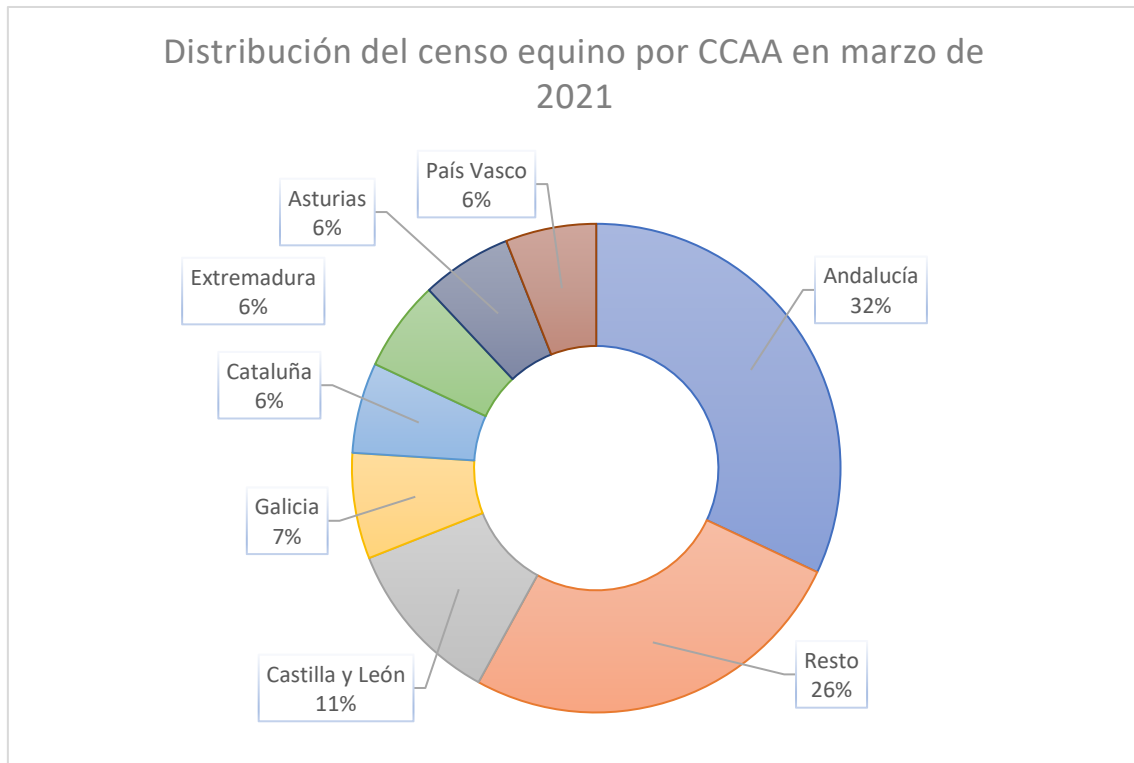


Figura 1. Gráfica representativa del censo (número de animales) equino por comunidades autónomas en marzo de 2021 (Elaboración propia a partir de datos del MAPA, 2021).

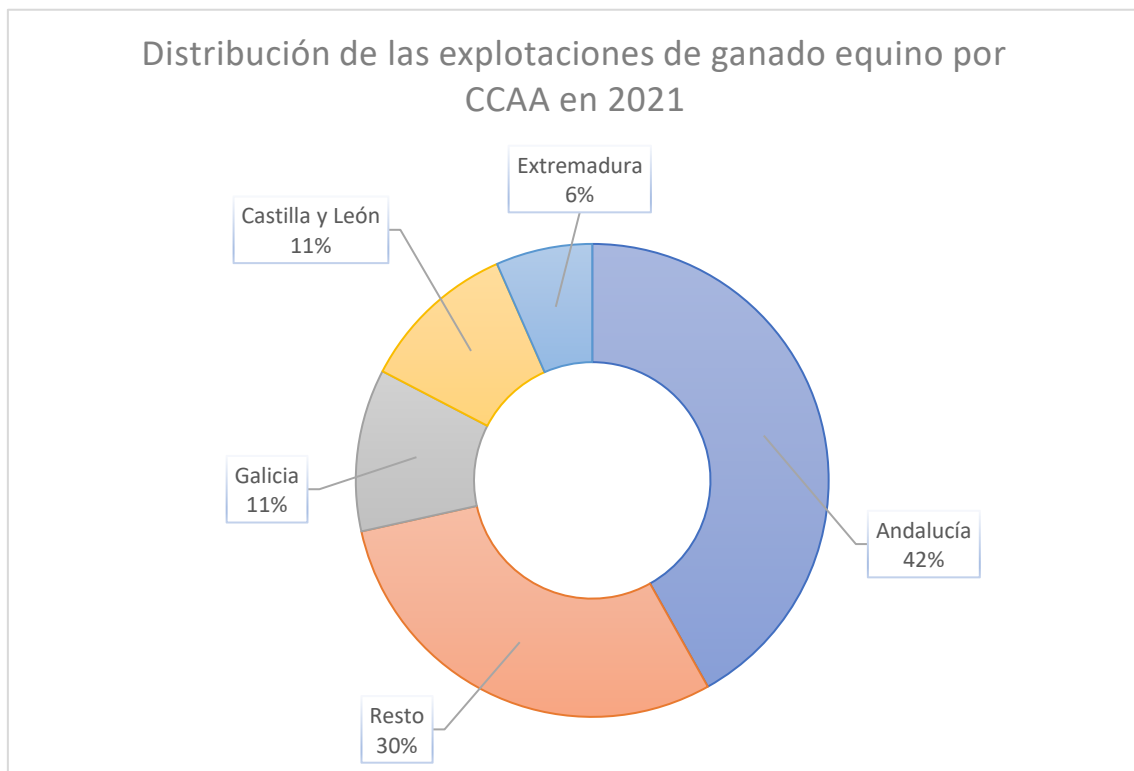


Figura 2. Gráfica representativa de la distribución de explotaciones de ganado equino por comunidades autónomas en 2021 (Elaboración propia a partir de datos del MAPA, 2021).

En el estudio realizado este 2022, al igual que su versión anterior de 2013, se esquematiza el ciclo de vida del caballo en 3 fases o etapas y se hace un estudio detallado de cada una (Fig. 3). En primer lugar, tenemos la cría que engloba desde que se insemina a la yegua hasta el inicio de la preparación del potro para la actividad que vaya a desarrollar. Esta fase incluye un total de 157.262 caballos y su impacto económico asciende a más de 769 millones de euros contribuyendo al mantenimiento de 17.588 puestos de trabajo. La segunda fase del ciclo de vida del caballo es el periodo de preparación del potro específica para la actividad que vaya a realizar en un futuro, que es lo que denominamos transformación. Similar a la cría, esta fase incluye 110.722 caballos, un impacto de más de 780 millones de euros y 16.569 empleos. La última fase, la de explotación, es la de mayor peso ya que engloba las principales actividades realizadas con el caballo: deporte, ocio, terapias ecuestres... Es la fase en la que se concentra el mayor impacto económico y volumen de animales con más de 5 mil millones de euros y 454.174 caballos respectivamente. Además, genera el mantenimiento de 96.485 empleos en España (RFHE, 2022).

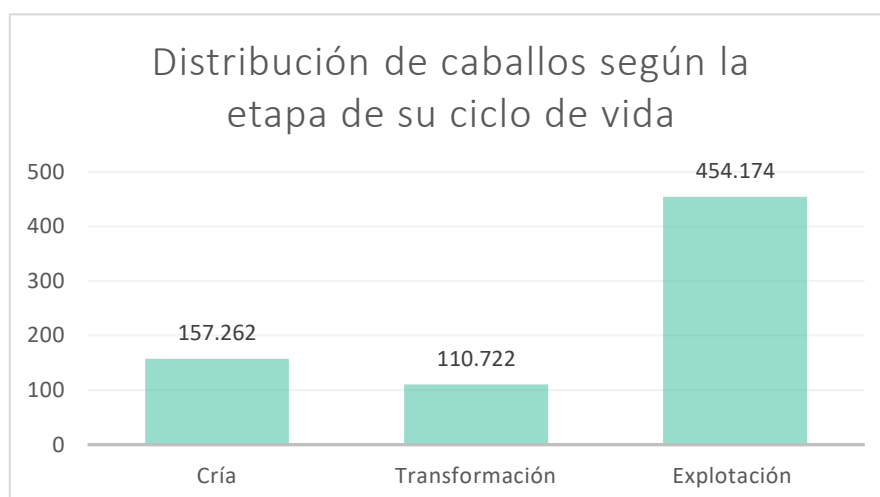


Figura 3. Distribución del número de équidos en función de su etapa del ciclo de vida (Elaboración propia a partir de los datos de RFHE, 2022).

El sector ecuestre integra a un amplio número de profesionales que atienden al caballo en las diferentes etapas de su ciclo de vida, formando un grupo heterogéneo entre los que podemos encontrar criadores, jinetes, veterinarios, herradores, especialistas en alimentación, centros de reproducción... Se trata de un tipo de empleo muy variado que ha aumentado su nivel de profesionalización. Esta mejora en la capacitación del sector es uno de los mayores logros alcanzados, destacando los importantes avances realizados en técnicas de reproducción. A través de las nuevas técnicas en reproducción y los avances en investigación que se están apoyando y consolidando, el programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas puras, está contribuyendo a la alta calidad genética de nuestros ejemplares y a la transformación del sector de cara a un mejor futuro (RFHE, 2022).

## 4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Hay gran cantidad de referencias escritas acerca del manejo y la fisiología reproductiva equina, aunque, a pesar de ello, hay muy poca información sobre datos demográficos y de producción en la cría de caballos para las diferentes disciplinas y los que hay generan cierta discordancia (Gómez et al., 2020). A pesar de esto, España es uno de los países con mayor impacto económico en relación con el mundo del caballo y por ello, se está adquiriendo cada vez mayor conciencia sobre lo que el sector representa y la tendencia es avanzar hacia un modelo de gestión administrativa que centralice la industria, integrando cría, deporte, formación y turismo.

Hay una amplia variedad de motivos por los cuales debemos centrarnos en conservar la variabilidad genética en el sector equino. Entre las diferentes razones encontramos el caballo en España como motor económico y de empleo, ya que como se ha comentado anteriormente, el sector genera más de 7 mil millones de euros y casi 150.000 puestos de trabajo (cada vez más profesionalizados). De todos estos puestos, aproximadamente 675 pertenecen a veterinarios dedicados exclusivamente a caballos generando un impacto salarial a nivel de veterinaria de más de 10 millones de euros anuales (RFHE, 2022). También es un potente dinamizador de zonas rurales contribuyendo al mantenimiento de puestos de trabajo en las diferentes etapas del ciclo de vida, reduciendo el despoblamiento y fomentando el desarrollo sostenible, la conservación de paisajes y la biodiversidad. Las terapias asistidas con caballos suponen un importante factor a tener en cuenta, ya que son un vehículo de integración para personas con diversidad funcional. Estos puntos sumados a otros de una larga lista son suficientes, junto con los datos económicos, para entender la importancia de la reproducción dentro del sector ecuestre.

La necesidad de obtener un mayor número de potros por yegua por año y lograr que estos nacimientos ocurran en el momento deseado y que los potros cumplan con las funciones para las cuales serán destinados, son objetivos que cualquier criador desea alcanzar, por lo que un buen manejo reproductivo será esencial para conseguirlo. Por todo esto, los objetivos específicos de este trabajo de fin de grado de veterinaria son:

- Comprender la anatomía, fisoendocrinología y ciclo reproductivo de la yegua.
- Analizar los diferentes métodos reproductivos que existen y la situación actual de estos.
- Estudiar el manejo de la yegua durante la gestación, así como los distintos métodos de diagnóstico llevados a cabo por el veterinario.
- Conocer el manejo de la yegua antes y durante el parto.

## 5. METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo de fin de grado se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre la situación actual de la reproducción en la yegua. Para ello se realizó una búsqueda sistemática en libros de reproducción equina, artículos científicos lo más actualizados posible, en español e inglés, sobre todo en revistas especializadas como "Equine Veterinary Journal". Para la búsqueda en internet se emplearon bases de datos como Medline, Google Académico, Alcorze y PubMed, utilizando diferentes combinaciones de palabras clave en inglés como por ejemplo "reproduction", "mare", "technology", "horse" y en español como "yegua", "reproducción" o "manejo"; así como búsquedas más concretas en función de los requerimientos de información durante la realización del trabajo.

Además, se emplearon libros disponibles físicamente en la biblioteca de la facultad de veterinaria de la Universidad de Zaragoza, y también otros prestados por el departamento de reproducción de esta.

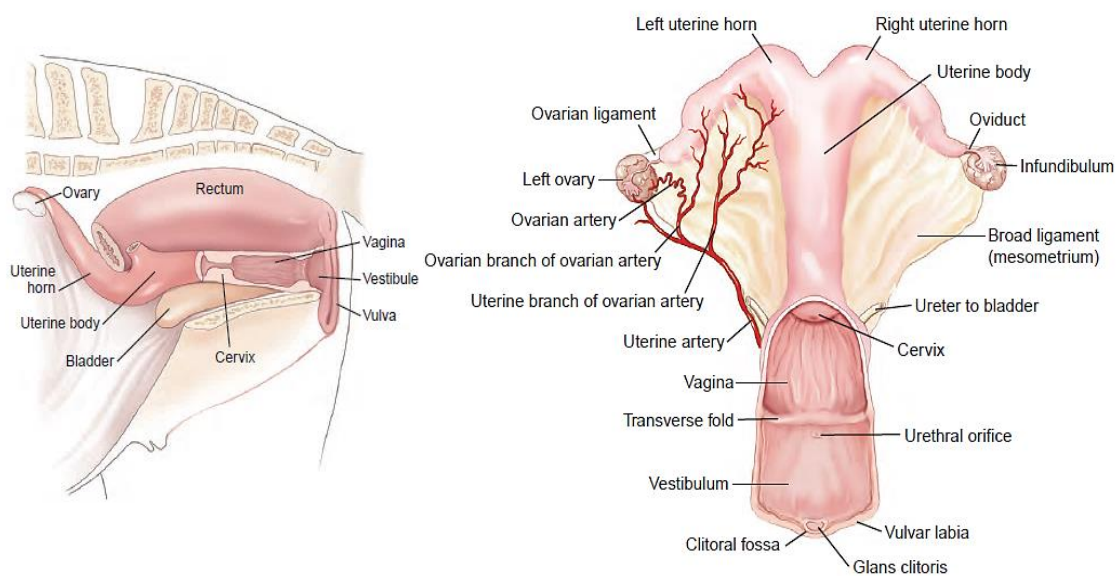
También se ha realizado un estudio de campo mediante la recopilación de información a través de encuestas. Para la distribución de las encuestas se ha tenido en cuenta toda la geografía peninsular, incluyendo las islas, con el fin de obtener una visión global de la situación en España sobre los aspectos más relevantes dentro de la reproducción equina.



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Anatomía reproductiva de la yegua

El aparato reproductivo de la yegua podríamos dividirlo en dos grupos de órganos: uno formado por las estructuras propias del tracto reproductivo (ovarios, útero...) y otro por aquellas estructuras que no se encuentran localizadas en esta zona, pero sí desempeñan un papel importante en la regulación de la actividad reproductiva (hipotálamo, hipófisis...) (Brinsko y Blanchard, 2011). Los órganos que constituyen el tracto reproductivo de la yegua (Fig. 4) son dos ovarios, dos oviductos y dos cuernos uterinos, el útero dividido en cuerpo y cuello, la vagina, el vestíbulo y la vulva (Brinsko y Blanchard, 2011).



*Figura 4. Tracto reproductivo de la yegua. A la izquierda, vista lateral del aparato reproductivo de la yegua y sus estructuras adyacentes. A la derecha, vista dorsal del aparato reproductivo de la yegua. La pared vaginal se ha omitido con el fin de revelar la superficie mucosa del orificio cervical externo, la vagina y el vestíbulo (Brinsko y Blanchard, 2011).*

Los ovarios suelen ser la parte más anterior del tracto reproductivo de la yegua no gestante (Fig. 4) (Brinsko y Blanchard, 2011). Tienen un tamaño relativamente grande en comparación con otras especies siendo más pequeño en anestro (2-4 cm de largo y 2-3 cm de ancho) que en la época reproductiva (6-8 cm de largo y 3-4 cm de ancho) (Davis Morel, 2003). El ovario tiene forma de alubia y está unido por su lado convexo, más dorsal, al ligamento ancho por donde recibe irrigación sanguínea y nerviosa. En el lado ventral presenta una depresión que corresponde a la fosa de ovulación (Brinsko y Blanchard, 2011). Una característica que lo distingue del resto de especies es que el ovario de la yegua presenta la corteza y médula invertidas, de manera que el desarrollo de los folículos y los cuerpos lúteos tiene lugar en la

superficie, y la corteza únicamente se exterioriza en la fosa de ovulación, siendo el único punto de ovulación en las yeguas (Samper, 2009; Brinsko y Blanchard, 2011).

El oviducto consiste en un tubo largo tortuoso que se divide en 3 partes: el infundíbulo, porción en forma de embudo más próxima al ovario (Brinsko y Blanchard, 2011) encargado de recoger y guiar el ovocito hacia el oviducto tras la ovulación (D'Andrea y Sjogren, 2014); la ampolla, porción media del oviducto, que es donde tiene lugar la fecundación y la escisión temprana del óvulo; y el istmo, porción final más estrecha y musculosa que conecta la ampolla al cuerno uterino y que sirve de reserva de esperma y transporte de espermatozoides hasta el lugar de fecundación (Samper, 2009; Brinsko y Blanchard, 2011)

El útero, en forma de T en la yegua (Fig. 4), está constituido por un cuerpo relativamente largo y dos cuernos separados por un pequeño septo en la bifurcación de ambos (Samper, Pycock y McKinnon, 2007). Se encuentra suspendido dentro de la cavidad pélvica y abdominal por el ligamento ancho, por el que discurren vasos sanguíneos y nervios (Brinsko y Blanchard, 2011). Hay tres capas que constituyen el útero (Fig. 5), la primera de ellas, empezando desde la luz, es el endometrio, encargado de la placentación, de producir la leche uterina que nutrirá al embrión y del soporte fetal.

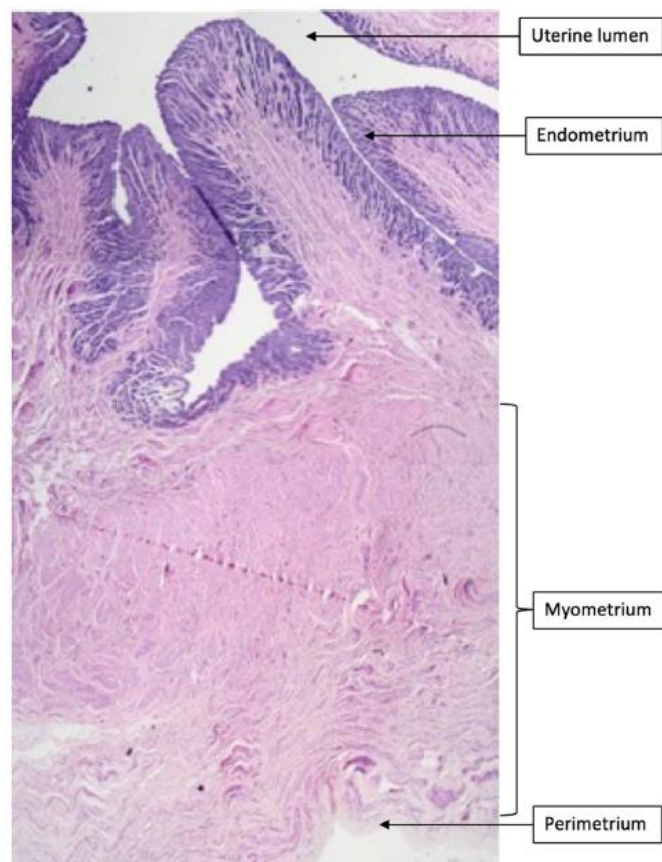


Figura 5. Corte histológico de una sección del útero de la yegua (Thompson et al., 2020).

Además, esta capa es la encargada de liberar prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) durante la gestación. La segunda, la capa muscular, también llamada miometrio, es la encargada de expulsar contenidos inflamatorios, transportar el semen hasta el oviducto y expulsar al feto en el momento del parto. Por último, tenemos la serosa, que es la que recubre todo el órgano (Samper, 2009; D'Andrea y Sjogren, 2014).

El cérvix corresponde con el cuello del útero y conecta este con la vagina (D'Andrea y Sjogren, 2014). Se trata de un músculo esfínter, tenso y de paredes gruesas (Davies Morel, 2003) que tiene como función principal aislar el útero del exterior. Durante el estro, está abierto y produce moco que arrastra bacterias y lubrica durante la cópula; y durante el diestro y la gestación, se encuentra cerrado y produce un moco espeso que tapona la luz (Brinsko y Blanchard, 2011). Una característica referente a la yegua que la distingue de otras especies es que el cérvix presenta una serie de pliegues longitudinales que se prolongan hasta el endometrio (D'Andrea y Sjogren, 2014).

La vagina, de unos 19 cm aproximadamente de largo, se trata del órgano copulador y canal del parto cuando este tiene lugar (D'Andrea y Sjogren, 2014). Esta se extiende desde el final del cuello del útero hasta un pliegue transversal que la distingue de la zona del vestíbulo (Fig. 4). Este pliegue en yeguas impúberes puede encontrarse cerrado formando el himen. Las paredes de la vagina son muy musculosas y elásticas, lo que le permite pasar el potro en el momento del parto. Una característica importante de esta estructura es que, a pesar de ser aglandular, actúa como barrera gracias a que contiene las secreciones que produce el cuello del útero y confieren un pH entre ácido y neutro a esta zona que actúa como bactericida (Davis Morel, 2003; Brinsko y Blanchard, 2011). Justo posterior a la vagina, desde el pliegue transversal hasta la vulva, se encuentra el vestíbulo, donde encontramos el orificio uretral y las glándulas vestibulares o de Bartholin que secretan moco durante el celo (Brinsko y Blanchard, 2011; D'Andrea y Sjogren, 2014).

La vulva hace referencia a la abertura al exterior del aparato reproductor de la yegua y las estructuras que lo rodean (Brinsko y Blanchard, 2011). Está constituida principalmente por dos labios y el clítoris alojado en la fosa del clítoris en la comisura ventral. La vulva constituye la primera barrera anatómica entre el útero y el exterior (D'Andrea y Sjogren, 2014) por lo que su conformación es muy importante. Las yeguas son propensas a la aspiración de aire dentro de la vagina (neumovagina) si esta no tiene una inclinación adecuada y un posicionamiento correcto con respecto a otras estructuras anatómicas circundantes (Brinsko y Blanchard, 2011).

## 6.2. Fisiología reproductiva de la yegua

Después de la pubertad, la yegua comienza a tener actividad reproductiva, aunque no durante todo el año (D'Andrea y Sjogren, 2014), comenzando a finales del invierno hasta principios del otoño, cuando las horas de luz van en aumento. Además, la yegua presenta ciclos estrales recurrentes durante la temporada de actividad sexual por lo que con todo esto, podemos decir que la yegua es poliéstrica continua y estacional (Davies Morel, 2003; Crowell-Davis, 2007).

Dentro del grupo de factores externos que afectan al ciclo reproductivo, el fotoperiodo es el más importante (Nagy, Guillaume y Daels, 2000); seguido de la temperatura y la nutrición del animal (D'Andrea y Sjogren, 2014). La melatonina tiene gran relevancia en el fotoperiodo demostrándose que las señales fotoperiódicas registradas en la retina, son transmitidas a la glándula pineal que produce la melatonina, que irá hasta el núcleo supraquiasmático en el hipotálamo y posteriormente a la hipófisis, transformándose en señales endocrinas, haciendo aumentar o disminuir la concentración de las hormonas que participan en el ciclo reproductivo (Fig. 6) (Brinsko y Blanchard, 2011; Williams *et al.*, 2012). En la yegua, las altas concentraciones de melatonina están asociadas a la fase oscura disminuyendo rápidamente al acabar la noche. De este modo, cuando los días comienzan a ser más largos y las horas de oscuridad disminuyen, las concentraciones de melatonina también disminuyen y esto tiene un efecto directo sobre la secreción de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y hormonas gonadotropas (Nagy, Guillaume y Daels, 2000; Williams *et al.*, 2012).

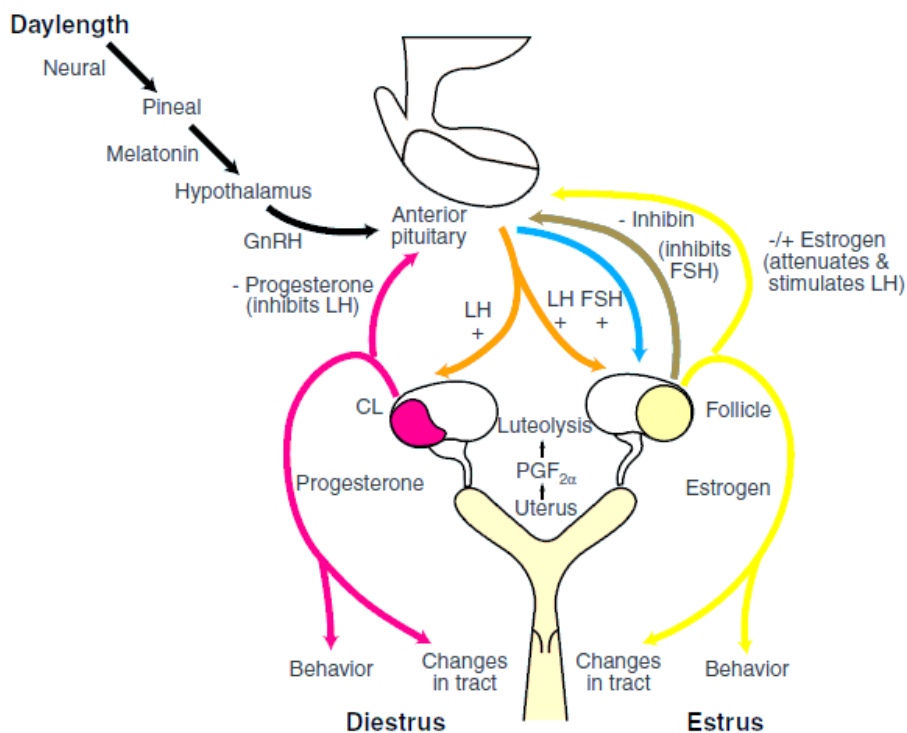


Figura 6. Descripción esquemática de la regulación hormonal durante el ciclo reproductivo de la yegua (Samper, 2009).

La vida reproductiva de las yeguas comienza tras la pubertad, entre los 14 y 24 meses de edad (Davies Morel, 2003), y se divide en 2 periodos: periodo estral y periodo anovulatorio o anestro. El anestro consiste en la ausencia de actividad sexual en todos los aspectos y tiene lugar principalmente en invierno cuando las horas de luz se reducen (Brinsko y Blanchard, 2011). Esta falta de actividad reproductiva se sugiere que es el resultado de la inhibición de la secreción de GnRH desde el hipotálamo (Nagy, Guillaume y Daels, 2000). Debido a que las yeguas tienen anestro estacional, los ciclos reproductivos solo ocurren durante aproximadamente la mitad del año (Thompson *et al.*, 2020).

El ciclo estral es el periodo de tiempo comprendido entre dos ovulaciones (periodo interovulatorio) y tiene una duración de 21 días. Por un lado, el ciclo estral se puede dividir en dos fases: una fase folicular que se corresponde con el estro o celo, y una fase lútea o diestro que se caracterizan por presentar en cada una de ellas cambios tanto anatómicos, endocrinos como conductuales (Aurich, 2011; Brinsko y Blanchard, 2011).

El estro presenta una duración muy variable, aunque según varias referencias podemos establecer que dura entre 4 y 7 días. Durante esta fase la yegua es receptiva sexualmente al macho y el tracto reproductivo se encuentra preparado para la recepción y transporte de esperma para poder llevar a cabo la fecundación en el momento de la ovulación (Brinsko y Blanchard, 2011), que tiene lugar en esta fase uno o dos días antes de finalizar el celo (D'Andrea y Sjogren, 2014). Además, los receptores de estrógenos y progesterona localizados en el endometrio aumentan en número durante el estro (Thompson *et al.*, 2020).

La duración del diestro es de aproximadamente 15 días, más menos un día. La hembra no es receptiva al macho durante este periodo. El diestro termina con la regresión del cuerpo lúteo que se ha formado tras la ovulación, a partir de la transformación del folículo, durante el transcurso de este periodo (Brinsko y Blanchard, 2011).

Además, en yeguas podemos distinguir otras dos fases: el proestro y el metaestro cuando la hembra entra y sale del celo respectivamente (Davies Morel, 2003).

Cada momento del ciclo reproductivo de la yegua está regido por una combinación de hormonas específica, producidas por las diferentes estructuras que componen este sistema (glándula pineal, hipotálamo, hipófisis, ovarios y endometrio) (Fig. 6) (Brinsko y Blanchard, 2011).

El hipotálamo produce GnRH que es transportada hasta la hipófisis anterior (Brinsko y Blanchard, 2011), donde es la única responsable de la síntesis y liberación de las gonadotropinas: hormona foliculoestimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) (Aurich, 2011). Los pulsos de

GnRH varían en función del momento del ciclo estral, siendo bajos durante la fase lútea y altos durante la fase folicular (Aurich, 2011). Las hormonas gonadotropas entran en la circulación sistémica y viajan hasta los ovarios donde la FSH se encargará del reclutamiento de los folículos ováricos y la LH de la maduración de estos, de la producción de estrógenos, la ovulación y la luteinización.

Durante el estro (Fig. 7), un folículo madura más que el resto (folículo dominante) y produce estrógenos e inhibina que inhiben la producción de FSH a nivel del eje hipotálamo-hipofisario (Brinsko y Blanchard, 2011). Los estrógenos, además, estimulan aún más la síntesis de LH, que a diferencia de otras especies domésticas, en la yegua se mantiene en altas concentraciones varios días, y no existe un pico como tal que marque el momento exacto de la ovulación (Aurich, 2011). El diámetro folicular en el momento de la ovulación suele ser en general alrededor de los 40 a 45 mm (Brinsko y Blanchard, 2011) y suele ir precedida por un aumento de la concentración plasmática de estradiol, FSH y LH (Benammar *et al.*, 2021). Una vez se ha producido la ovulación, se forma el cuerpo lúteo (CL) a partir del folículo dominante, que hace que los niveles de progesterona aumenten rápidamente hasta alcanzar su máximo el día 7 aproximadamente tras la ovulación (Aurich, 2011). La duración de este dependerá de la liberación de PGF2 $\alpha$  por parte del endometrio (Brinsko y Blanchard, 2011).

Por otro lado, durante el diestro, se produce la foliculogénesis (Fig. 7) que se inicia independientemente de la estimulación de las gonadotropinas hasta que los folículos primordiales alcanzan un diámetro suficiente que los hace sensibles a estas (Benammar *et al.*, 2021). El crecimiento folicular tiene un mecanismo complejo debido a que los folículos van desarrollándose de forma sincrónica a través de sucesivas olas foliculares (entre una y tres en yeguas), que conducirá o no a que se desarrolle un folículo principal que posteriormente ovulará o no (Brinsko y Blanchard, 2011; Benammar *et al.*, 2021). Estas oleadas van acompañadas de aumentos significativos de FSH en mitad del diestro, que comenzará a disminuir una vez tengamos un folículo dominante preparado para ovular y entremos en la fase de estro (Benammar *et al.*, 2021).

Durante el ciclo estral, el endometrio segrega oxitocina alrededor del día 14 después de la ovulación, por lo que, a diferencia de otras especies, en la yegua no es solo el cuerpo lúteo la principal fuente de oxitocina. Esta induce la liberación esporádica de PGF2 $\alpha$  que al final de la fase lútea inducirá la luteolisis (Thompson *et al.*, 2020).

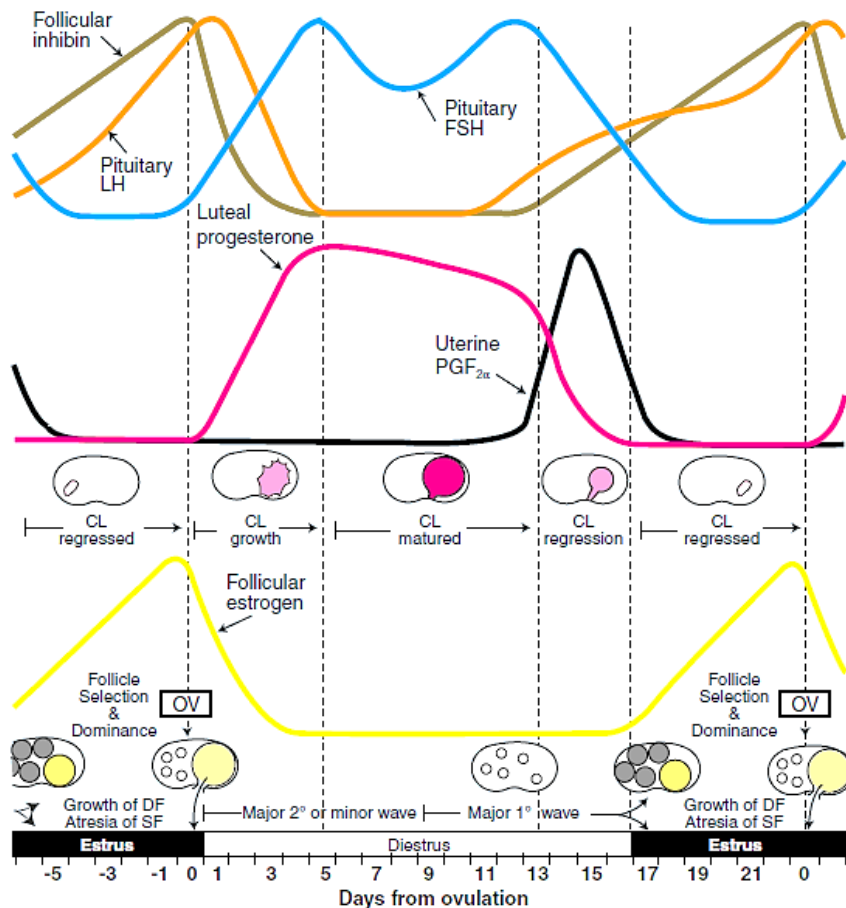


Figura 7. Gráfica con las principales cambios hormonales y morfológicos que participan en el ciclo estral de la yegua. En la parte superior, se encuentra representada la fluctuación de los hormonas hipofisarias y la inhibina folicular durante el ciclo reproductivo de la yegua. Las siguientes gráficas hacen referencia a la luteinización y las principales hormonas que participan en ella, y la foliculogénesis respectivamente (Samper, 2009).

### 6.2.1. Estacionalidad

Como se ha comentado anteriormente, la yegua es estacional dado que la variación en la duración de la luz en los días tiene una gran influencia en el rendimiento reproductivo de esta especie (Brinsko y Blanchard, 2011).

Durante el anestro, las yeguas experimentan una actividad folicular mínima y ausencia de ovulación como consecuencia de una menor secreción de hormonas gonadotropas. La melatonina, sintetizada y secretada por la glándula pineal, es la principal causante de este hecho, ya que al llegar el invierno y aumentar las horas de oscuridad, se produce una liberación más prolongada de melatonina que crea un efecto inhibitor sobre la secreción de GnRH y por ende de FSH y LH. Durante la primavera, el aumento de la duración del día provoca un acortamiento en la duración de la secreción de melatonina, permitiendo la reanudación de la secreción de gonadotropinas y del ciclo estral de la yegua (Kim *et al.*, 2022).

La estacionalidad de las yeguas se da como un mecanismo de defensa, que ha dado como resultado que los potros nazcan en primavera cuando las condiciones ambientales son las

idóneas y la comida es abundante. Por ejemplo, los períodos de celo más cortos y las tasas de ovulación más altas ocurren en junio, produciendo de este modo nacimientos de potros en mayo del año siguiente (Brinsko y Blanchard, 2011).

Uno de los mayores retos asociados a la estacionalidad es que en función del momento de nacimiento de los potros, producen más o menos beneficios económicos para los criadores. De este modo, los potros nacidos en enero y febrero generan mayores beneficios que los nacidos entre marzo y junio (Crowell-Davis, 2007; Kowalczyk, Czerniawska-Piątkowska y Kuczaj, 2019) ya que son potros que a pesar de estar inscritos en la competición por año, son los más mayores del grupo y por tanto, mejor entrenados (Fanelli *et al.*, 2022). La búsqueda por sacar a las yeguas de su estacionalidad natural ha dado como resultado problemas de fertilidad y por todo ello los équidos son una de las especies menos eficientes en el ámbito de la reproducción (Samper, 2009); no porque lo sean realmente como especie, sino por el intento de amoldar la temporada de cría para satisfacer nuestras propias necesidades (Brinsko y Blanchard, 2011).

### 6.3. Comportamiento de la yegua

En condiciones salvajes, los caballos viven en familias estables que típicamente consisten en yeguas adultas con sus crías y uno o dos sementales. Esta estructura familiar constituye un factor importante en el periodo especialmente largo de duración del celo a comparación con otras especies de ungulados (Crowell-Davis, 2007). En cambio, las condiciones de reproducción hoy en día, hacen que esta situación sea completamente diferente ya que con frecuencia, una yegua estará expuesta a un semental para poder valorar su comportamiento reproductivo (Aurich, 2011).



Figura 8. Secuencia de imágenes de cómo se produce el “guiño del clítoris” (Elaboración propia tomada en julio de 2021).



El comportamiento de la yegua durante el estro se caracteriza por presentar un mayor interés por los sementales y por el comportamiento del semental en respuesta a la atracción sexual. La yegua en celo se acercará al semental con más frecuencia y girará sus cuartos traseros hacia él mostrando una postura característica en la cual baja la pelvis. Esto va acompañado por una desviación de la cola para dejar expuesta la región perineal y así poder hacer visible el “guiño del clítoris” (eversión rítmica del clítoris) (Fig. 8) (Aurich, 2011).

Además, la yegua micciona con frecuencia cerca del semental con el objetivo de que a este le lleguen señales olfativas que dan como resultado el reflejo de Flehmen en el caballo que actúa como una preparación quimiosensorial para la reproducción (Crowell-Davis, 2007; Aurich, 2011).

Las yeguas en diestro no están interesadas en el semental por lo que no se acercan a él o lo evitan, volviéndose agresivas si este se acerca demasiado. La expresión facial cambia volviéndose tensa, con las orejas hacia atrás e incluso con amenazas de mordiscos (Aurich, 2011).

Si se da la monta o inseminación, y la gestación se lleva a término, la yegua no volverá a mostrar signos de celo y a los 10 días podrá verse por ecografía la vesícula embrionaria de 4 a 6 mm, teniendo en cuenta que el día 0 es el de la ovulación (Samper, Pycock y McKinnon, 2007).

Durante el anestro, el comportamiento sexual de las yeguas hacia los sementales se vuelve más pasivo. Es posible que no se opongan a la presencia de un semental e incluso puede que permitan la monta, pero a menudo se evita la intromisión manteniendo la cola hacia abajo (Nie *et al.*, 2016).

El primer celo postparto ocurre muy próximo a este y se conoce como celo del potro. Este celo se caracteriza por un desarrollo folicular normal y una ovulación antes de los 20 días después del parto. En estos casos, la yegua no muestra signos de celo aparentes, aunque muchos criadores están interesados en que la yegua quede cubierta en ese momento del ciclo, más difícil de detectar, para poder tener un menor intervalo entre partos o que los partos a principios de año vuelvan a repetirse al año siguiente (hecho que supone un importante beneficio económico como hemos mencionado anteriormente) (Blanchard *et al.*, 2004; Ormaechea Piazza, 2016).

#### 6.4. Manejo del celo

Para poder determinar en qué momento estamos del ciclo estral de la yegua podemos examinar el tracto reproductivo, ya que este va cambiando a lo largo del mismo. Podemos hacerlo a través

de palpación rectal, aunque es limitado en cierto aspecto en la yegua ya que, por ejemplo, el cuerpo lúteo en esta especie no sobresale del ovario por su estructura invertida, y por ello será necesario emplear ultrasonografía transrectal (ecografía) (Brinsko y Blanchard, 2011).

Mediante palpación rectal podemos determinar el estado de los folículos ováricos y el tono del útero y del cérvix. Los folículos grandes pueden estar presentes durante cualquier etapa del ciclo estral, por lo que el tamaño folicular por sí solo no es un indicador confiable de estro o diestro. A la palpación, el útero y el cuello del útero están relajados. En diestro en cambio, el útero estará tonificado y el cuello bien cerrado (Crowell-Davis, 2007; Brinsko y Blanchard, 2011).

La ecografía también nos da mucha información relevante para estudiar el momento del ciclo. En estro, se observa que el útero presenta pliegues edematosos visibles y no se observa en los ovarios ningún cuerpo lúteo. Este mismo criterio sumado a la presencia de un folículo de un determinado tamaño, se utiliza para determinar el momento aproximado de la ovulación que comentaremos posteriormente. En la yegua diéstrica sí podemos observar un cuerpo lúteo en el interior del ovario y el endometrio presenta una ecodensidad uniforme sin edema visible (Brinsko y Blanchard, 2011; Ginther, 2014).

La determinación de si el cuello uterino está cerrado y seco o relajado, edematoso y húmedo con moco cervical también se puede hacer a través de la palpación vaginal o por visualización a través de la vagina con un espéculo (Brinsko y Blanchard, 2011).

#### 6.4.1. Detección del momento de ovulación

Aunque la palpación rectal y la ecografía transrectal son métodos fiables para la detección del celo en la yegua, es aconsejable reducir las intervenciones de este tipo lo máximo posible, ya que esta especie presenta una especial facilidad para que el recto se rasgue. Por este motivo existe una técnica llamada “burla” (Fig. 9), que consiste en presentar uno o varios sementales a una yegua, pero siempre separados para que no tenga un contacto demasiado directo y así poder valorar mediante su comportamiento cómo reacciona la yegua ante la presencia del semental y poder al menos hacer una selección de las yeguas que sí están seguro en estro (Brinsko y Blanchard, 2011; Sertich, 2022).

Una vez ya seleccionada la yegua en celo, queda predecir el momento de la ovulación para poder proceder a la monta o la inseminación. Para ello se realiza la palpación rectal donde notaremos el útero y el cuello del útero relajados, confirmando así que está en celo; aunque lo que realmente nos aporta información acerca del momento aproximado de la ovulación es la ecografía transrectal. En la ecografía, el tamaño y la forma de la sección transversal de los folículos y la ecogenicidad del líquido interno de estos, puede ayudar a predecir el momento de

la ovulación. En las 24 horas previas a la ovulación, el folículo dominante tiene entre 40 y 45 mm de diámetro (alguno puede tener menos) y su forma suele cambiar, perdiendo la estructura esférica y proyectando un vértice que corresponderá a la fosa de ovulación. En ocasiones, la ecogenicidad del líquido folicular puede aumentar o puede también aparecer una mancha hiperecoica dentro del antro folicular (Brinsko y Blanchard, 2011). De todas formas, ningún predictor de manera individual es fiable completamente por lo que cabe tener en cuenta múltiples factores. La manera más eficaz de aproximarnos lo más exactamente posible a la ovulación es el uso de agentes inductores de la ovulación como la gonadotropina coriónica humana (hCG) y el acetato de deslorelina, cuyo uso es muy común ya que la yegua ovulará al cabo de unas horas establecidas de manera bastante exacta (Donnelly *et al.*, 2019).



*Figura 9. A la derecha, se observa un semental metido en un pequeño corral que actúa de barrera para que este no se acerque a la yegua y sean ellas las que puedan acudir a él y así valorar su estadio cíclico (técnica de “burla”). A la izquierda, se está empleando la misma técnica pero controlando más a la yegua por las posibles agresiones que pueda haber entre ambos y para ser más precisos en el diagnóstico (Brinsko y Blanchard, 2011).*

### 6.5. Manipulación del ciclo estral

Comprender la estacionalidad y los mecanismos de interacción hormonal de las yeguas se ha vuelto importante para poder manipular la actividad reproductiva de estas (Kim *et al.*, 2022). Actualmente existe una tendencia cada vez mayor en la industria equina a utilizar técnicas de cría y reproducción asistida que requieren la regulación del estro y la ovulación (Samper, 2009).

El aumento de la duración de la luz del día juega un papel importante en la iniciación del ciclo, como hemos mencionado anteriormente, y el uso de luz artificial puede inducir una reanudación del mismo antes de lo que ocurriría en condiciones naturales (Crowell-Davis, 2007). Existen varios tratamientos relacionados con la aplicación de un fotoperiodo artificial (con 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad) que eficazmente adelantan el momento de la primera ovulación (Kim

*et al.*, 2022). Una de las limitaciones de esta técnica es que el uso de focos o máscaras de luz al aire libre en rebaños grandes es complicado (Brinsko y Blanchard, 2011).

Clínicamente se utilizan diferentes tratamientos administrándose FSH equina recombinante, progesterona, hCG, antagonistas de la dopamina, GnRH y extracto de hipófisis para estimular al igual que con la luz artificial, el inicio temprano de la actividad reproductiva (Kim *et al.*, 2022).

En yeguas cíclicas en estro, la ovulación se induce rutinariamente, cuando existe un folículo de más de 35mm de diámetro, mediante la administración de hCG o un análogo de la GnRH para predecir el momento de la ovulación y así poder sincronizar el resto de procedimientos asociados con la reproducción (Bucca y Carli, 2011; Fanelli *et al.*, 2022). Samper (Samper, 1997) demostró que la mayoría de las yeguas (94%) ovulan entre 36 y 42 h después de la inducción de la ovulación usando hCG o deslorelina (si la yegua está en celo y el folículo preovulatorio dominante y el edema endometrial están presentes en ese momento) (Kowalczyk, Czerniawska-Piątkowska y Kuczaj, 2019).

## 6.6. Métodos de reproducción

### 6.6.1. Monta natural

A diferencia de en la naturaleza, donde los caballos interactúan durante todo el año en grupos familiares, en los criaderos, aunque algunos respetan la situación de grupo familiar permitiendo a los machos estar con las yeguas, la mayoría tiene a las yeguas sueltas en el pasto con sus crías, y los sementales son criados a la mano de manera que puedan manejarse fácilmente por los humanos (Campbell y Sandøe, 2015).

La monta natural es el método clásico de reproducción equina y al igual que cualquier otro método, presenta una serie de ventajas e inconvenientes. Se trata de una técnica tradicional que no supone a penas coste pero que presenta ciertos riesgos tanto para la yegua como para el semental. Con la monta natural se aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades venéreas entre los dos caballos y también el riesgo de accidentes por caídas o golpes (Brinsko y Blanchard, 2011).

Algunas de las ventajas de este tipo de reproducción son los bajos costes ya que el manejo de los caballos es mínimo y no se requiere de detección del celo en las yeguas ya que el semental es el que se encarga de todo esto. Esta disminución del manejo también supone una desventaja ya que es más complicado detectar problemas reproductivos con las yeguas o el semental o enfermedades de transmisión venérea. Otro problema grave es la posibilidad de que el semental

salga herido por la agresividad de alguna yegua si está no está en estro o si no hay una buena monta (Brinsko y Blanchard, 2011; McCue, 2014).

Al comparar la monta natural con la inseminación artificial, no se observan grandes diferencias en las tasas de gestación confirmada. En un estudio realizado por Scherzer (Scherzer, 2011), se demostró que la proporción de yeguas inseminadas mediante monta natural era de un 74,2%, mientras que las inseminadas de manera artificial habían tenido un 75% de tasa de éxito (Scherzer, 2011).

#### 6.6.2. Técnicas de reproducción asistida: Inseminación artificial.

El desarrollo de las técnicas de reproducción asistida o ART ha proporcionado un nuevo enfoque dentro del sector equino. La inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) son las ARTs más comúnmente empleadas, aunque también existen otras técnicas en las que se incluyen la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI), la transferencia nuclear de células somáticas (SCTN) y la producción de embriones *in vitro* (IVEP) (Samper, 2009) (Ciani *et al.*, 2021).

Las ARTs, en general, se basan en la manipulación de ovocitos, espermatozoides. y/o embriones para superar los problemas relacionados con la infertilidad tanto del semental como de la yegua (Ciani *et al.*, 2021); y aunque la mayoría requieren de un medio lo más parecido posible a la fisiología natural del tracto reproductivo de la yegua (Ciani *et al.*, 2021), lo que es costoso de conseguir, esto queda justificado por las enormes ventajas económicas que supone dentro del sector equino (Pinto *et al.*, 2017).

En 1922, Ilya Ivanov investigó la IA en animales domésticos de granja, siendo uno de los principales impulsores de transporte mundial de semen congelado (Ciani *et al.*, 2021). Esta técnica consiste en depositar una cantidad específica de espermatozoides en el aparato reproductor de la yegua en un momento concreto, y que, aunque parezca algo simple, es imprescindible coordinar todos los pasos del proceso de manera que se lleve finalmente a término la gestación (Samper, 2009).

La inseminación de yeguas, (utilizando semen fresco, refrigerado o criopreservado), es hoy en día una técnica muy común y cada vez más aceptada entre los ganaderos gracias a los Programas de Cría y Difusión de la Mejora, a excepción del Pura Sangre Inglés, en cuya raza sólo está permitida la monta natural (RFHE, 2022). Esta técnica se usa predominantemente en yeguas deportivas y ha sido cada vez más popular desde 2013 llegando al 2017 con un 67% de estas, del total de yeguas inseminadas. En el caso de las yeguas de cría, se ha observado un ligero descenso

en el uso de la inseminación artificial como principal técnica de cría, disminuyendo del 37 % en 2013 al 29 % en 2017 (Kowalczyk, Czerniawska-Piątkowska y Kuczaj, 2019).

Las yeguas de cría se alojan principalmente en finca privadas como yeguas y el coste mensual medio de mantenimiento de una yegua en una instalación propia es de 488 euros. La mayor parte de los gastos, a parte de los salarios, son los destinados al ámbito reproductivo, concretamente, al material genético reproductivo y al sueldo de los veterinarios asociados a la reproducción; siendo el dinero invertido en estos casos de 63 y 57 euros respectivamente (RFHE, 2022).

Para poder llevar a cabo esta técnica es necesaria en primer lugar la obtención de semen; en España hay 49 centros de recogida, transformación, almacenamiento y distribución de espermatozoides entre los que se encuentra el Centro Militar de Cría Caballar de Zaragoza (RFHE, 2022). Se puede recolectar de varias maneras: mediante un condón, mediante la eyaculación inducida farmacológicamente, con manipulación manual del pene o mediante vagina artificial (Samper, 2009). Sin embargo, para la recolección rutinaria de semen con fines comerciales, el método estándar más aceptado es entrenar a los sementales para saltar sobre un maniquí y emplear la vagina artificial (Samper, Pycock y McKinnon, 2007).



*Figura 10. Vagina artificial modelo Missouri en el que podemos diferenciar en centro una vagina montada con el cuerpo de cuero, la camisa en el interior y el colector unido en uno de los extremos. A la derecha de esta se observa una camisa sin montar, y a la izquierda un protector del extremo distal de la vagina artificial (Brinsko y Blanchard, 2011).*

Hay una amplia variedad de vaginas artificiales en el mercado (la más utilizada es el modelo Missouri), cada una con sus peculiaridades específicas, aunque todas ellas presentan una serie de componentes comunes (Figura 10). En primer lugar, contienen una cubierta rígida o cuerpo que generalmente es de cuero. Dentro del cuerpo se introduce un revestimiento interno o camisa de látex de doble capa (Brinsko y Blanchard, 2011), lo que permite la variación de la temperatura interna y la presión del revestimiento de la vagina artificial (Samper, 2009). La

camisa irá recubierta por un forro de plástico desechable que se cambiará con cada semental y será el que irá lubricado en el momento de la monta. En un extremo de la vagina artificial irá colocado un recipiente colector con un filtro para eliminarla fracción de gel del eyaculado. Por último, el recipiente puede estar calentado previo a la monta o disponer de un protector aislante que minimice los cambios de temperatura, los posibles golpes y la radiación UV directamente sobre el eyaculado (Brinsko y Blanchard, 2011; Tait, 2018).

Una gran ventaja de los sementales es que, a diferencia de otras especies, durante la época reproductiva no se produce degeneración testicular, por lo que estos periodos de tiempo se utilizan para la recolección, almacenamiento y posterior congelación del semen (Ciani *et al.*, 2021).

Para poder utilizar el semen en la IA, ya sea en fresco o congelado, es imprescindible que esté en las condiciones óptimas y que se maneje correctamente en función de su uso. En caso de utilizarse en fresco, este debe administrarse a la yegua en un plazo inferior a 48 horas tras la recolección (Samper, 2009) y lo más próximo posible al momento de ovulación (Scherzer, 2011). Para el semen refrigerado, la inseminación debe realizarse dentro de las primeras 24 horas anteriores a la ovulación y repetirse a las 48 horas si a yegua finalmente no ha ovulado. En el caso del semen congelado el intervalo todavía es más reducido debiendo inseminar a la yegua en las 12 horas anteriores a la ovulación o en las 6 horas posteriores a esta. Una opción es ir haciendo ecografías a intervalos cortos de tiempo e inseminar a la yegua (Fig. 11) en el momento que detectemos la ovulación (Scherzer, 2011).



*Figura 11. Secuencia de imágenes del proceso de la IA. En la primera imagen tenemos la zona perineal limpia y preparada para la inseminación. En la imagen central se representa el momento justo previo a la inseminación. Se coloca el catéter estéril por donde pasará el semen en la mano de forma que quede protegido de la contaminación de la vagina y se coloca lubricante para poder introducir el brazo por vagina con facilidad. En la imagen de la última imagen ya está el catéter introducido y la dosis de semen unida a la parte distal del catéter, listo para ser introducido a través del cérvix en el útero (Samper, 2009; Brinsko y Blanchard, 2011).*

Existen algunos inconvenientes relacionados con el uso de esta técnica, como el mayor manejo y control requerido tanto del semental, del semen como de la yegua, y el coste asociado a todo

ello (Brinsko y Blanchard, 2011); pero a pesar de todas estas dificultades, tanto la inseminación artificial como cada vez más la transferencia de embriones, nos brindan numerosas oportunidades en el ámbito de la reproducción. Hoy en día esta técnicas se practican con éxito y ya se han convertido en una parte indispensable de la reproducción equina (Orsolini, Meyers y Dini, 2021).

## 6.7. Gestación y parto

### 6.7.1. Fisiendocrinología de la gestación y el parto

Una vez se ha producido la fecundación, durante los primeros 14 días, el estado general de la yegua es similar al diestro. A partir de este día, el CL regresaría si no hubiera gestación, pero en este caso persiste y continúa liberando progesterona, siendo el responsable de mantener la gestación (Brinsko y Blanchard, 2011). Una característica que distingue a los équidos de otras especies domésticas es que, tras la llegada del embrión al útero el día 5 o 6 tras la fecundación, la vesícula embrionaria tiene bastante movilidad y va migrando de forma pasiva entre ambos cuernos uterinos, motivada por las contracciones uterinas que lo impulsan a través de la luz y que, a diferencia de otras especies, dificulta el proceso de reconocimiento materno de la gestación (Camozzato *et al.*, 2019). La movilidad de la vesícula alcanza su máximo entre los días 11 y 12 y cesa el día 16 (Samper, 2009).

Alrededor del día 17, este cese del movimiento a menudo se denomina erróneamente "implantación", pero no hay invasión del endometrio (el revestimiento del útero) en esta etapa, por lo que el término correcto es "fijación". La fijación se da por un aumento del tamaño de la vesícula que hace que se dificulte cada vez más el movimiento hasta que llega un punto que este cesa por completo; además, el tono uterino va aumentando y el diámetro de los cuernos va disminuyendo dificultando la movilidad (Klein, 2016).

El embrión no comienza a unirse al endometrio hasta alrededor del día 40 o 45 de gestación cuando empieza a formarse la placenta (Samper, 2009) y la unión se produce de forma gradual. A diferencia de otras especies de ungulados, el embrión sobrevive todo este tiempo sin existir una unión vascular con el útero materno, pero existen una serie de señales que provocan cambios a diferentes niveles (entorno uterino, endometrio y CL, y circulación sistémica). Este mecanismo se conoce como reconocimiento materno de la gestación o MRP (Swegen, 2021) y se cree que ocurre entre los días 12 y 14 post-ovulación (Camozzato *et al.*, 2019). Este proceso por el cual el embrión comunica su presencia tiene como objetivo principal mantener la supervivencia del embrión evitando la lisis del CL y por tanto asegurando la continuación de la



gestación. Este proceso, a pesar de ser fundamental, el mecanismo por el cual se desarrolla el MRP no está del todo claro todavía en caballos (Swegen, 2021).

Como se ha comentado anteriormente, la placenta empieza a formarse sobre el día 40 de gestación y cabe destacar una característica que hace única la placenta de los équidos y es la formación de las copas endometriales, que alcanzan su tamaño máximo alrededor del día 70 de gestación. La función principal de estas copas y el motivo de su importancia es que secretan la hormona gonadotropina coriónica equina o eCG, encargada de ayudar a mantener el CL primario durante la gestación temprana y de formar CL suplementarios que harían aumentar los niveles de eCG en sangre (Brinsko y Blanchard, 2011). Esta hormona se utiliza para el diagnóstico de gestación ya que se mantienen en sangre desde el día 45 hasta el 120 de gestación aproximadamente, aunque si hay una pérdida embrionaria una vez formadas las copas, los niveles de eCG permanecen altos durante 3 meses y se pueden dar falsos positivos (Samper, 2009).

La gestación concluye con el parto y se trata de uno de los momentos más críticos en el manejo de la yegua (Neary y Hepworth, 2005). En muchas especies domésticas, al final de la gestación se produce un aumento de estrógenos y la disminución de progestágenos, sin embargo, en los équidos, los estrógenos disminuyen y los progestágenos aumentan en las últimas semanas de gestación, seguidos de una rápida disminución de los progestágenos en los últimos días antes del parto (Samper, 2009).

#### 6.7.2. Diagnóstico de la gestación

Existen múltiples métodos para realizar un diagnóstico de gestación y la utilización de uno u otro va a depender del momento de la gestación, las habilidades del veterinario y los equipos disponibles para ello. Entre los diferentes métodos encontramos el comportamiento de la yegua, ya que, en caso de no haber gestación, la yegua volverá a mostrar comportamiento de celo entre los 16 y 20 días tras la ovulación. También se puede medir el nivel de progesterona en suero, la gonadotropina coriónica equina o eCG en suero, detección de estrógenos en sangre u orina, o realizar un examen vaginal mediante un espéculo, aunque todos estos son métodos de diagnóstico son inespecíficos o no están recomendados (Samper, 2009).

Antes de que surgiera la ecografía el método más empleado para el diagnóstico de gestación era la palpación rectal, que ya podía diagnosticarse a partir del día 18 – 20 de gestación (Brinsko y Blanchard, 2011; Martínez de Andino, 2020) ya que el útero comienza a desarrollar una forma característica y un tono marcado por la influencia de la progesterona y los estrógenos producidos a partir del CL primario y el embrión respectivamente (Brinsko y Blanchard, 2011).

Hoy en día, con la ecografía, la precisión para el diagnóstico de gestación y la rapidez de esta suponen las principales ventajas por las cuales este método es el más estandarizado y extendido (Fig. 11) (Sertich, 2021).

Días de gestación	Observaciones
Días 14 - 18	Diagnóstico de gestación (Negativo: se puede volver a inseminar los días 19 o 20; Positivo: control de gestación gemelar)
Días 25 - 30	Evaluación del desarrollo embrionario normal (latido cardíaco presente a los 24 a 25 días) + Verificación de ausencia de gemelos
Días 40 -60	Evaluación del desarrollo fetal normal
Días 100 – 120	Verificar la continuación de la gestación

Figura 11. Tabla resumen de elaboración propia a partir de un artículo del 2021 de la cronología para la determinación de la preñez en yeguas (Sertich, 2021b).

La ecografía permite la detección temprana de la gestación, siendo ya visible la vesícula embrionaria de unos 3 a 4 mm de diámetro a los 9 o 10 días tras la ovulación (Fig. 12) (Brinsko y Blanchard, 2011; Sertich, 2021).

A partir del día 24, ya pueden obtenerse imágenes sobre el latido del corazón por lo que podemos confirmar la viabilidad del embrión. Finalmente, el día 60 podemos realizar otra inspección para volver a confirmar la viabilidad del embrión y la progresión fetal del embarazo (Pinto *et al.*, 2017).



Figura 12. Ecografía transrectal de una vesícula embrionaria el día 17 tras la ovulación (Elaboración propia tomada en julio de 2021).

Una de las funciones más importantes de la ultrasonografía, a parte del diagnóstico de gestación, es la detección y reducción de gemelos, uno de los principales problemas en la etapa de gestación temprana (Martinez de Andino, 2020). La mejor manera de evitar la continuación de la gestación gemelar es detectarla rápido en la ecografía del día y eliminar una de las vesículas de forma manual (Samper, 2009). Para poder llevar a cabo esta técnica, lo ideales hacer un primer diagnóstico de gestación entre los días 13 y 16 ya que, si esperáramos más, el manejo de las vesículas ya sería más complicado (Brinsko y Blanchard, 2011; Martinez de Andino, 2020).

### 6.7.3. Manejo de la gestación y parto

La duración de la gestación varía en yeguas alrededor de los 345 días en promedio y durante este periodo las futuras madres deben manejarse atentamente para minimizar los problemas asociados a la gestación (Lesté-Lasserre, 2020).

Un factor importante a tener en cuenta en el manejo de la gestación de la yegua es tener las vacunas al día, ya que las enfermedades infecciosas pueden desencadenar abortos. Al inicio de la gestación la yegua debe vacunarse contra la encefalomiелitis del Este y del Oeste, del virus del Nilo Occidental, la influenza y el tétanos. Un mes previo al parto, se debe revacunar para aumentar el nivel de anticuerpos en el calostro y ayudar a proteger al potro recién nacido de enfermedades. Además, la yegua debe ser vacunada contra la rinoneumonitis equina a los 5, 7 y 9 meses de gestación. Además, en función del área geográfica será recomendable otras vacunas como la rabia, el rotavirus o el botulismo (Brinsko y Blanchard, 2011; AAEP, 2022).

#### *Monitorización y preparación para el parto*

Aproximadamente, de 4 a 6 semanas antes de la fecha prevista de parto, la yegua debe ser trasladada a un lugar que limpio y seca que le brinde protección contra las inclemencias clima en caso de que estas no sean las condiciones en las que ya se encuentra. El objetivo de este manejo es que la yegua esté tranquila, más controlada y aclimatada a al lugar de parto entre otras cosas (Brinsko y Blanchard, 2011). Para partos en el interior de un box, este debe ser de un tamaño adecuado (al menos 3,5 × 3 × 3,5 m) con una ventilación adecuada y sin estructuras que puedan causar heridas a la yegua (Sertich, 2021a).

A medida que se aproxima la fecha de parto se producen en la yegua una serie de cambios físicos que podemos apreciar un aumento de la laxitud y edema de la vulva, relajación de los ligamentos pélvicos y cambios en la ubre de tamaño y secreción que serán los más indicativos de parto



inminente. Generalmente, las ubres aumentan significativamente de tamaño en las 2 últimas semanas de gestación y aproximadamente en el 95% de las yeguas de 6 a 48 horas antes del parto, aparece en los pezones una gota de calostro que se seca y queda como un material ceroso en el orificio del pezón (Fig. 12), por lo que la monitorización de esta secreción es una herramienta valiosa para predecir la proximidad al parto (Brinsko y Blanchard, 2011; Sertich, 2021a).

*Figura 12. Secreción de calostro en una yegua pocas horas previas al parto (Brinsko y Blanchard, 2011).*

## 6.8. Trabajo de campo

Para la realización del trabajo de campo se enviaron alrededor de 80 encuestas por diferentes vías: telefónica con la realización de la encuesta en el mismo instante de la llamada, por correo electrónico y por Instagram. A pesar del hincapié realizado a las instalaciones privadas, tan solo 19 respondieron a la encuesta. La distribución de los lugares encuestados intentó ser lo más representativa posible de toda la geografía española, mandando encuestas tanto en la península como en las islas.

La encuesta estaba formada por un total de 5 preguntas realizadas a través de Google formularios (anexo I), acerca de diferentes puntos de manejo de la yegua en el ámbito reproductivo.

En las primeras preguntas se pedía el nombre del criadero de manera voluntaria (prácticamente todos los pusieron a excepción de tres instalaciones), la provincia para poder valorar la distribución a nivel de España. Participaron explotaciones de Andalucía, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid, Extremadura, Islas Baleares, Aragón, Asturias, Castilla y León, Galicia y Cataluña. También se preguntaba sobre el tamaño del criadero. En este sentido, la muestra es dispar. Hemos recogido respuestas de explotaciones de entre 1 yegua hasta 300. El 31% de las explotaciones tenía más de 40 animales, el 42% eran explotaciones de hasta 11 animales, y el resto no quisieron responder a esta pregunta.

La primera de las preguntas sobre el manejo reproductivo intentó establecer un intervalo de los meses en los que la yegua presenta actividad reproductiva, ya que como hemos mencionado anteriormente, la yegua es poliéstrica estacional por lo que hay un periodo de tiempo en el cual no presenta actividad cíclica. Las respuestas, aunque algo dispares, muestran que un 47% de los criaderos marcaron enero o febrero como inicio de la actividad, incluso una de las explotaciones indicó que comenzaba la actividad sexual de las yeguas en diciembre (5%), un 31% de las explotaciones comienzan esta actividad entre marzo y abril. Por lo que hemos podido observar, el inicio de la actividad sexual es independiente de la localización y del tamaño de la yeguada.

Muchas de las explotaciones extienden esta actividad entre enero y mayo (26%), aunque las más grandes pueden alargar este periodo incluso hasta septiembre. En resumen, como norma general, la duración de este intervalo se extiende unos 5 meses en la mayoría de los casos (un 36% de las explotaciones). En los extremos aparece una explotación cuyas yeguas tienen actividad sexual durante 8 meses (desde febrero hasta septiembre). Entendemos que se debe al tamaño de la misma, ya que está conformada por 300 yeguas. Por otra parte, una de las explotaciones encuestadas señaló que sus yeguas presentaban actividad sexual únicamente

durante marzo y abril, posiblemente debido al pequeño tamaño de la explotación (5 animales). En este caso, parece que la duración de la actividad sexual vendría dada sobre todo por los objetivos de la explotación y por el tamaño de esta (Fig. 13).

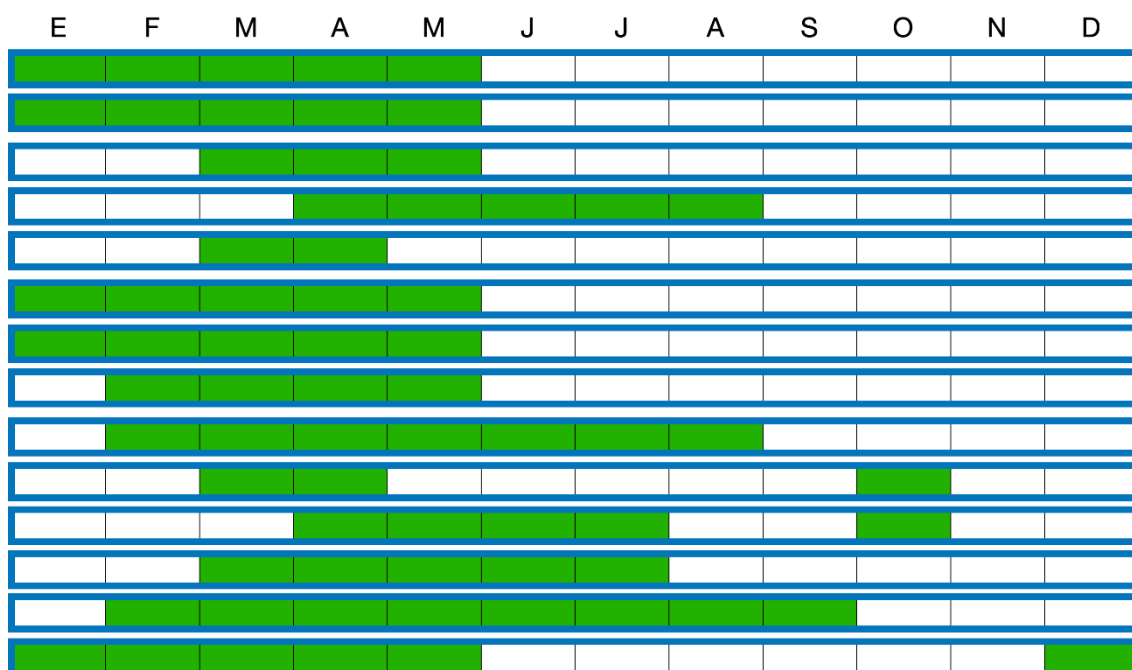


Figura 13. Calendario que indica la duración de la actividad sexual en las yeguas en cada una de las explotaciones que respondieron a esta pregunta en el cuestionario.

Como se ha comentado anteriormente en el trabajo, hay varios métodos de reproducción: monta natural y reproducción asistida. Dentro de este último, los más empleados son la inseminación artificial y la transferencia de embriones por lo que se realizó una tercera pregunta para descubrir cual era la situación actual. La pregunta era de opción múltiple ya que existía la posibilidad de que algunos criaderos emplearan varias técnicas o incluso las combinaran por lo que los resultados fueron los siguientes (Fig.14): la monta natural se emplea en un 70,6% de las explotaciones, aunque dentro de estas, en el 26% de las explotaciones se combina con otros métodos de reproducción. La inseminación artificial se practica en un 47,1% de las explotaciones, aunque solamente en dos de ellas se utiliza como único método de fecundación, y la transferencia de embriones en un 23,5%, que nunca se utiliza como único método. Aunque la inseminación artificial se utiliza como método de fecundación principal en las explotaciones mayores, también está extendida entre los criaderos de menor tamaño. Lo mismo ocurre con la monta natural, que se da en todos los tamaños de explotación. Por lo que hemos comprobado, la transferencia de embriones solamente se practica en las grandes explotaciones.

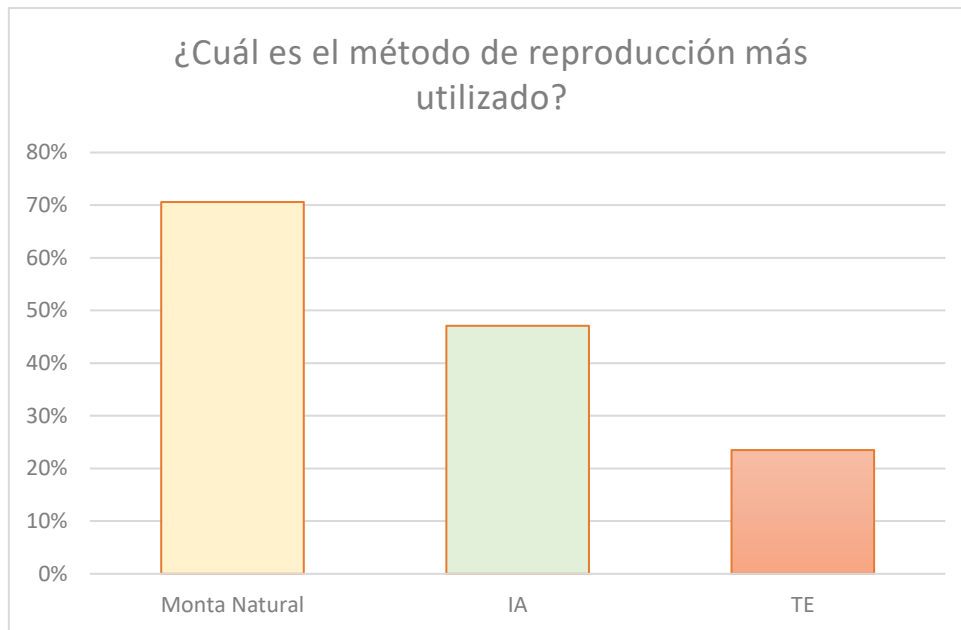


Figura 14. Gráfico elaborado a partir de las respuestas a la encuesta a la pregunta “¿Cuál es el método de reproducción más utilizado?”

Como ya sabemos, existen varios métodos para el diagnóstico de gestación y al igual que en la teoría, en la práctica también se utiliza principalmente la ecografía de confirmación del día 14. En las encuestas se obtuvo un 94,1% que empleaban este método para confirmar la gestación. Al ser otra pregunta de respuesta múltiple, en segundo lugar, se encuentra la palpación rectal con un 17,6% y después un 11,8% y 5,9% que emplean la recela a los 21 días con un semental y el comportamiento de la yegua respectivamente como métodos de diagnóstico de la gestación.

La última pregunta pretendía resumir los métodos de manejo de predicción del parto más empleados en los criaderos, por lo que se realizó un listado de posibles pautas de manejo y se dio a elegir las que se emplearan en cada uno de los lugares encuestados. A pesar de los numerosos métodos que existen para el diagnóstico del parto, un 88,2% de los criaderos calcula el tiempo desde el momento de preñez para predecir el momento del parto, independientemente del tamaño de la explotación. En segundo lugar, se encuentran los signos característicos preparto como la leche en las patas, la gota de calostro en el orificio del pezón... que fueron marcados por el 58,8% de los criaderos, aunque es cierto que en la mayoría de los casos se trataba de explotaciones pequeñas.

## 7. CONCLUSIONES

Tras la realización de la revisión bibliográfica se puede concluir que:

- 1) Conocer la anatomía, fisiología y endocrinología del aparato reproductivo de la yegua es indispensable para poder comprender los hechos que tienen lugar durante la vida reproductiva de las yeguas.
- 2) Comprender la estacionalidad y los mecanismos de interacción hormonal de las yeguas se ha vuelto importante para poder manipular la actividad reproductiva de estas y así poder mejorar los índices reproductivos.
- 3) La monta natural es el método clásico de reproducción equina, aunque el desarrollo de las técnicas de reproducción asistida ha proporcionado un nuevo enfoque dentro del sector equino. La más extendida es la monta natural, si bien es cierto, que en las explotaciones mayores la principal forma de fecundación es la inseminación artificial. Aunque la transferencia de embriones también se utiliza, por el momento parece usarse solamente en las explotaciones de mayor tamaño.
- 4) La realización de un correcto diagnóstico de gestación resulta fundamental para maximizar el número de potros por año y evitar posibles problemas futuros con el parto. La detección temprana de la preñez en las yeguas es muy demandada por los propietarios para maximizar la eficiencia reproductiva y la inversión económica. Según nuestro trabajo de campo el método más utilizado sería la ecografía a los 14 días.
- 5) Es fundamental que durante la gestación la yegua esté tranquila y sea controlada, en cuanto a estado de salud y manejo, principalmente cuando se aproxima el momento del parto, de manera que se pueda predecir el momento del parto con la mayor exactitud posible y así brindar ayuda en caso de que esta sea necesaria. A pesar de esto, en la mayoría de los centros, este momento se predice a partir de la fecha de fecundación.

### CONCLUSIONS

After carrying out the bibliographic review, it can be concluded that:

- 1) Knowing the anatomy, physiology and endocrinology of the reproductive system of the mare is essential to understand the events that take place during the reproductive life of mares.
- 2) Understanding the seasonality and mechanisms of hormonal interaction of mares has become important to be able to manipulate the reproductive activity of these and be able to improve reproductive indices.

- 3) Natural mating is the classic method of equine reproduction, although the development of assisted reproduction techniques has provided a new approach within the equine sector. The most widespread is natural mating, although it is true that in larger farms the main form of fertilization is artificial insemination. Although embryo transfer is also used, now it seems to be used only on larger farms.
- 4) The realization of a correct diagnosis of gestation is essential to maximize the number of foals per year and avoid possible future problems with birth. Early detection of pregnancy in mares is highly demanded by owners to maximize reproductive efficiency and economic investment. According to our fieldwork, the most used method would be ultrasound at 14 days.
- 5) It is essential that during pregnancy the mare is calm and controlled, in terms of health and management, especially when the time of delivery approaches, so that the time of delivery can be predicted as accurately as possible and thus provide help in case it is necessary. Despite this, in most centers, this time is predicted from the date of fertilization.



## 8. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo de fin de grado me ha aportado conocimientos sobre un tema que considero muy interesante y me ha permitido afianzar conceptos que ya sabía o creía hacerlo. La reproducción me parece un mundo fascinante por lo que supone, dar vida, y quería agradecer a mi tutor, Fco. Javier Miana Mena por haberme permitido elegir un tema con el que yo me sentía a gusto.

Además de aprender a realizar búsquedas bibliográficas, este trabajo me ha permitido obtener mayor fluidez en la lectura en inglés y conocer vocabulario técnico acerca de reproducción en otro idioma, hecho que creo que me servirá en mi futuro profesional.

Por último, me gustaría agradecer a mi entorno más cercano el apoyo brindado en los momentos de mayor agobio en los que parecía que todo iba cuesta arriba.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AAEP (2022) 'Expectant Mare: Assuring the Health and Well-Being of the Pregnant Mare', *American Association of Equine Practitioners*. Disponible en: <https://aaep.org/horsehealth/expectant-mare-assuring-health-and-well-being-pregnant-mare>.

Aurich, C. (2011) 'Reproductive cycles of horses', *Animal Reproduction Science*, 124(3–4), pp. 220–228. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.005>.

Benammar, A., Derisoud, E., Vialard, F., Palmer, E., Ayoubi, J.M., Poulain, M. y Chavatte-Palmer, P. (2021) 'The Mare: A Pertinent Model for Human Assisted Reproductive Technologies?', *Animals*, 11(8), p. 2304. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11082304>.

Blanchard, T.L., Thompson, J.A., Brinsko, S.P., Stich, K.L., Wendt, K.M., Varner, D.D. y Rigby, S.L. (2004) 'Mating Mares on Foal Heat: A Five-Year Retrospective Study'. Disponible en: <https://www.ivis.org/library/aaep/aaep-annual-convention-denver-2004/mating-mares-on-foal-heat-a-five-year-retrospective-study>.

Brinsko, S.P. y Blanchard, T.L. (eds) (2011) *Manual of equine reproduction*. 3rd ed. St. Louis, Mo: Mosby/Elsevier.

Bucca, S. y Carli, A. (2011) 'Efficacy of human chorionic gonadotropin to induce ovulation in the mare, when associated with a single dose of dexamethasone administered at breeding time: Efficacy of human chorionic gonadotropin to induce ovulation when associated with dexamethasone', *Equine Veterinary Journal*, 43, pp. 32–34. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2011.00488.x>.

Camozzato, G.C., Martinez, M.N., Bastos, H.B.A., Fiala-Rechsteiner, S., Meikle, A., Jobim, M.I.M., Gregory, R.M. y Mattos, R.C. (2019) 'Ultrastructural and histological characteristics of the endometrium during early embryo development in mares', *Theriogenology*, 123, pp. 1–10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.09.018>.

Campbell, M.L.H. y Sandøe, P. (2015) 'Welfare in horse breeding', *Veterinary Record*, 176(17), pp. 436–440. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/vr.102814>.

Ciani, F., Maruccio, L., Cocchia, N., Angelo, D., Carotenuto, D., Avallone, L., Namagerdi, A. y Tafuri, S. (2021) 'Antioxidants in assisted reproductive technologies: An overview on dog, cat, and horse', *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(1), p. 1. Disponible en: <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h500>.

Crowell-Davis, S.L. (2007) 'Sexual behavior of mares', *Hormones and Behavior*, 52(1), pp. 12–17. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.020>.

D'Andrea, A. and Sjogren, J. (2014) 'Veterinary Technician's Large Animal Daily Reference Guide', p. 461.

Davies Morel, M. (2003) *Equine reproductive physiology, breeding and stud management*. Fifth edition. Boston: CABI.

Donnelly, C.G., Sones, J.L., Dockweiler, J.C., Norberg, L.A., Norberg, L.E., Cheong, S.H. y Gilbert, R.O. (2019) 'Effects of flunixin meglumine on postponement of ovulation in mares', *American Journal of Veterinary Research*, 80(3), pp. 306–310. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/ajvr.80.3.306>.

Fanelli, D., Tesi, M., Rota, A., Beltramo, M., Conte, G., Giorgi, M., Barsotti, G., Camillo, F. y Panzani, D. (2022) 'hCG is more effective than the GnRH agonist buserelin for inducing the first ovulation of the breeding season in mares', *Equine Veterinary Journal*, 54(2), pp. 306–311. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/evj.13455>.

Ginther, O.J. (2014) 'How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals', *Theriogenology*, 81(1), pp. 112–125. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.007>.

Gómez, M.D., Sánchez, M.J., Bartolomé, E., Cervantes, I., Poyato-Bonilla, J., Demyda-Peyrás, S. y Valera, M. (2020) 'Phenotypic and genetic analysis of reproductive traits in horse populations with different breeding purposes', *Animal*, 14(7), pp. 1351–1361. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S1751731120000087>.

Kim, S., Jung, H., Murphy, B.A. y Yoon, M. (2022) 'Efficiency of Equilume light mask on the resumption of early estrous cyclicity and ovulation in Thoroughbred mares', *Journal of Animal Science and Technology*, 64(1), pp. 1–9. Disponible en: <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e123>.

Klein, C. (2016) 'Early pregnancy in the mare: old concepts revisited', *Domestic Animal Endocrinology*, 56, pp. S212–S217. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2016.03.006>.

Kowalczyk, A., Czerniawska-Piątkowska, E. and Kuczaj, M. (2019) 'Factors Influencing the Popularity of Artificial Insemination of Mares in Europe', *Animals*, 9(7), p. 460. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani9070460>.

Lesté-Lasserre, C. (2020) 'Managing Pregnant Mares'.

MAPA (2021) 'Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación', *Indicadores económicos sector equino 2020*. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/equino/> (Accedido: 3 Octubre 2022).

Martinez de Andino, E. (2020) 'Use of Ultrasonography for Pregnancy Diagnosis in the Horse'. Disponible en: <https://info.selectbreeders.com/blog/use-of-ultrasonography-for-pregnancy-diagnosis-in-the-horse>.

McCue, P.M. (2014) 'Natural Service: Pasture Breeding', in J.J. Dascanio y P.M. McCue (eds) *Equine Reproductive Procedures*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, pp. 112–113. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/9781118904398.ch34>.

Nagy, P., Guillaume, D. y Daels, P. (2000) 'Seasonality in mares', *Animal Reproduction Science*, 60–61, pp. 245–262. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00133-0).

Neary, M. y Hepworth, K. (2005) 'Parturition in Livestock'. Purdue Extension Animal Sciences. Disponible en: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AS/AS-561-W.pdf>.

Nie, G., C.Sharp, D., Robinson, G., D. Cleaver, B. y B. Porter, M. (2016) 'Clinical aspects of seasonality in mares'. Disponible en: <https://veteriankey.com/clinical-aspects-of-seasonality-in-mares/>.

Ormaechea Piazza, J.D. (2016) 'Factores que afectan a las tasas de preñez y reabsorción embrionaria en el primer celo postparto (celo del potro) en la yegua'. Universidad de la república de Montevideo (Uruguay). Disponible en: <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2121/FV-32358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Orsolini, M.F., Meyers, S.A. y Dini, P. (2021) 'An Update on Semen Physiology, Technologies, and Selection Techniques for the Advancement of In Vitro Equine Embryo Production: Section II', *Animals*, 11(11), p. 3319. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11113319>.

Pinto, M.R., Miragaya, M.H., Burns, P., Douglas, R. y Neild, D.M. (2017) 'Strategies for Increasing Reproductive Efficiency in a Commercial Embryo Transfer Program With High Performance Donor Mares Under Training', *Journal of Equine Veterinary Science*, 54, pp. 93–97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.09.004>.

RFHE, R.F. de H.E. (2022) 'II Estudio sobre el Impacto Económico del Sector Ecuéstre en España'. Disponible en: <https://estudioecuestre.rfhe.com/ii-estudio-sobre-el-impacto-economico-del-sector-ecuestre-en-espana-deloitte-2022/> (Accedido: 29 Octubre 2022).

- Samper, J.C. (1997) 'Ultrasonographic Appearance and the Pattern of Uterine Edema to Time Ovulation in Mares', p. 3.
- Samper, J.C. (ed.) (2009) *Equine breeding management and artificial insemination*. 2. ed. St. Louis, Mo: Elsevier.
- Samper, J.C., Pycock, J.F. y McKinnon, A.O. (2007) *Current therapy in equine reproduction*. St. Louis, Mo: Saunders Elsevier.
- Scherzer, J. (2011) 'Artificial Insemination and Embryo Transfer in Mares', p. 5.
- Sertich, P.L. (2021a) 'Parturition in horses'. MSD Veterinary Manual. Disponible en: <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/management-of-reproduction-horses/parturition-in-horses#>.
- Sertich, P.L. (2021b) 'Pregnancy Determination in Horses', p. 3.
- Sertich, P.L. (2022) 'Management of Reproduction in Horses', *School of Veterinary Medicine, University of Pennsylvania*, p. 4.
- Swegen, A. (2021) 'Maternal recognition of pregnancy in the mare: does it exist and why do we care?', *Reproduction*, 161(6), pp. R139–R155. Disponible en: <https://doi.org/10.1530/REP-20-0437>.
- Tait, C. (2018) 'Artificial insemination - An owner's guide to artificial insemination', *Equitait Veterinary Practise*, June.
- Thompson, R.E., Premanandan, C., Pukazhenthil, B.S. y Whitlock, B.K. (2020) 'A review of in vivo and in vitro studies of the mare endometrium', *Animal Reproduction Science*, 222, p. 106605. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106605>.
- Williams, G.L., Thorson, J.F., Prezotto, L.D., Velez, I.C., Cardoso, R.C. y Amstalden, M. (2012) 'Reproductive seasonality in the mare: neuroendocrine basis and pharmacologic control', *Domestic Animal Endocrinology*, 43(2), pp. 103–115. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2012.04.001>.

## 10. ANEXOS

### 10.1. ANEXO I

# Encuesta Reproducción Yegua

Buenas, soy Laura León, una estudiante de 5º de veterinaria de la universidad de Zaragoza que está realizando su trabajo fin de grado (TFG) sobre el manejo reproductivo en la yegua. En dicho TFG quiero utilizar los resultados de esta encuesta para tener una visión general sobre ciertos aspectos relevantes dentro de la cría caballar, y por ello sería de gran ayudar su participación en la encuesta. Muchas gracias.

**\*Obligatorio**

Nombre del criadero

Tamaño del criadero (équidos)

Provincia\*

¿Entre qué meses las yeguas presentan actividad reproductiva? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Enero
- Febrero
- Marzo
- Abril
- Mayo
- Junio
- Julio
- Agosto
- Septiembre
- Octubre
- Noviembre
- Diciembre

¿Se mantiene la estacionalidad de la yegua respetando su ciclo natural? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- No sabe / No contesta

¿Cuál es el método de reproducción más utilizado? \*

*\*Pueden marcarse varias opciones en caso de que se realice más de una.*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Monta natural
- Inseminación Artificial
- Transferencia de embriones

¿Cuál es el método de diagnóstico de gestación utilizado? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Comportamiento de la yegua
- Recela a los 21 días
- Ecografía de confirmación a los 14 días

- Palpación rectal
- Otro:

¿Cómo se predice el momento aproximado del parto? \*

\*Pueden marcarse varias opciones en caso de que se realice más de una.

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Comportamiento de la yegua
- Cálculo del tiempo desde el momento de preñez
- Palpación rectal
- Ecografías
- Se está muy encima para observar los signos preparto (p. ej. leche en las patas...)
- No se hace nada concreto, se deja tranquila a la yegua
- Otro:

¡Muchas gracias por su tiempo!

Al participar en la encuesta se me da permiso para incluir los datos en dicho estudio. Todos los datos aportados serán tratados de manera anónima y con la única finalidad de ser incluidos en este estudio. En ningún caso serán cedidos a terceros.