



**Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza**



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria



ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. CARACTERÍSTICAS Y FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA	4
2.2. GESTACIÓN	7
2.2.1. Endocrinología.....	8
2.2.2. Cambios fisiológicos	9
2.2.3. Diagnóstico de gestación.....	10
2.3. PARTO	13
2.3.1. Endocrinología.....	14
2.3.2. Fases del parto	15
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	16
4. METODOLOGÍA	17
5. RESULTADOS	18
5.1. Comportamiento	18
5.2. Temperatura corporal	18
5.3. Citología vaginal.....	19
5.4. Medición de progesterona y pico de LH en relación con la ovulación.....	20
5.5. Caída de progesterona	20
5.6. Otros indicadores hormonales/endocrinológicos	22
5.7. Ecografía	22
5.8. Frecuencia cardíaca y flujo sanguíneo antes del parto	29
5.9. Radiografía.....	30
5.10. Prácticas más comunes	31
6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	32
7. VALORACIÓN PERSONAL.....	33
8. BIBLIOGRAFÍA.....	33

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Mecanismos hormonales del parto	14
Tabla 2. Resultados obtenidos en función de las palabras clave utilizadas	17
Tabla 3. Fórmulas para predecir la edad gestacional y los días de parto	23
Tabla 4. Modelos de cálculo de fecha de parto en función del peso materno o la raza	26

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1. Cambios hormonas durante el ciclo estral en perras no gestantes	4
Imagen 2. Citología de primer día de diestro.....	6
Imagen 3. Periodo fértil y periodo óptimo de fecundación.....	7
Imagen 4. Ecografía de vesícula embrionaria día 21.....	11
Imagen 5. Ecografía de vesícula embrionaria día 24.....	11
Imagen 6. Ecografía de latido cardíaco día 24	11
Imagen 7. Ecografía de pulmón e hígado.....	12
Imagen 8. Ecografía de riñón	12
Imagen 9. Ecografía de ojo.....	12
Imagen 10. Ecografía de intestinos	12
Imagen 11. Cavidad coriónica interna.....	23
Imagen 12. Longitud cráneo-caudal.....	24
Imagen 13. Diámetro corporal	25
Imagen 14. Diámetro biparietal	25
Imagen 15. Frecuencia cardiaca fetal.....	29
Imagen 16. Radiografía en proyección latero-lateral.....	31
Imagen 17. Radiografía en proyección ventro-dorsal.....	31

1. RESUMEN

Métodos de predicción del momento del parto en la perra

Actualmente existen distintos métodos para predecir el momento del parto en la perra, en esta especie la duración de la gestación es muy variable, alrededor de 58-68 días. En función de los datos que se conozcan de su ciclo y de las pruebas que se realicen se podrá establecer una fecha con mayor o menor precisión. Existen métodos que se realizan alrededor del estro, previos al diagnóstico de gestación, como son la citología vaginal e identificación de la ovulación a partir del pico de LH; los cuales proporcionan una elevada precisión, aunque exigen un seguimiento del ciclo y momento de la monta o IA de la hembra. Los mejores métodos de confirmación son la ecografía y radiografía, permiten conocer la edad gestacional, así como realizar distintas estimaciones del momento del parto, además, con los avances de la ecografía doppler también se puede obtener información acerca del estado fetal. A lo largo de la gestación se producen numerosos cambios a nivel hormonal y endocrino, destacando la caída de progesterona las horas previas al parto. Otros métodos de fácil aplicación, aunque de menor precisión, son la identificación de cambios de comportamiento y la caída de la temperatura corporal previa al parto.

ABSTRACT

Prediction methods of parturition moment in the bitch

There are currently several different methods to predict the time of delivery in the bitch. In such species the duration of gestation is highly variable, around 58-68 days. Depending on the data that is known about the bitch cycle and the tests in which are carried out, a date can be established with greater or lesser precision. There are methods that are performed around oestrus, prior to the diagnosis of pregnancy, such as vaginal cytology and identification of ovulation from the LH peak; which provide high precision, although they require follow-up of the cycle and moment of mounting or AI of the female. The most accurate confirmation methods are ultrasound and radiography, which allow us to know the gestational age, as well as make different estimates of the time of delivery additionally, with the advances of Doppler ultrasound, information about the fetal's status can also be obtained. Throughout pregnancy, numerous changes occur at the hormonal and endocrine levels, highlighting the drop in progesterone in the hours before delivery. Other methods that are easy to apply, although less accurate, are the identification of behavioural changes and the drop in body temperature prior to delivery.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS

La perra (*Canis familiaris*) es una hembra monoestrica, no estacional y de ovulación espontánea que presenta diferencias con otras especies de mamíferos domésticos en cuanto a su ciclo y características reproductivas (Stornelli et al., 2006; Dumon, 2009; Michel et al., 2011).

La pubertad, edad en la que ocurre el primer celo y el inicio de la vida reproductiva, aparece entre los 6 y 24 meses de edad, dependiendo de la raza y características individuales como el peso corporal (Martí, 2011). Generalmente, empiezan a ciclar cuando alcanzan el 80 % de su peso adulto (Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009), por lo que razas pequeñas suelen alcanzar esta etapa antes que las más grandes. La madurez sexual y máxima capacidad reproductiva se alcanza con el segundo o tercer celo (Sokolowski, 1977).

El ciclo estral se repite en promedio cada 6 meses, aunque es variable entre 4 y 12 meses. Existen diferencias entre las distintas razas, y también entre individuos de la misma raza, aunque en cada uno de ellos debe ser regular. La aparición del ciclo es independiente de la estacionalidad, pudiendo aparecer cada una de las fases en cualquier momento del año (Stornelli et al., 2006; Dumon, 2009).

Se caracteriza por ser bifásico (fase folicular y luteal) y se divide en: proestro, estro, diestro y anestro (Feldman y Nelson, 2007). Durante el ciclo la perra presenta cambios anatómicos, comportamentales, en el endotelio vaginal y endocrinológicos (Imagen 1).

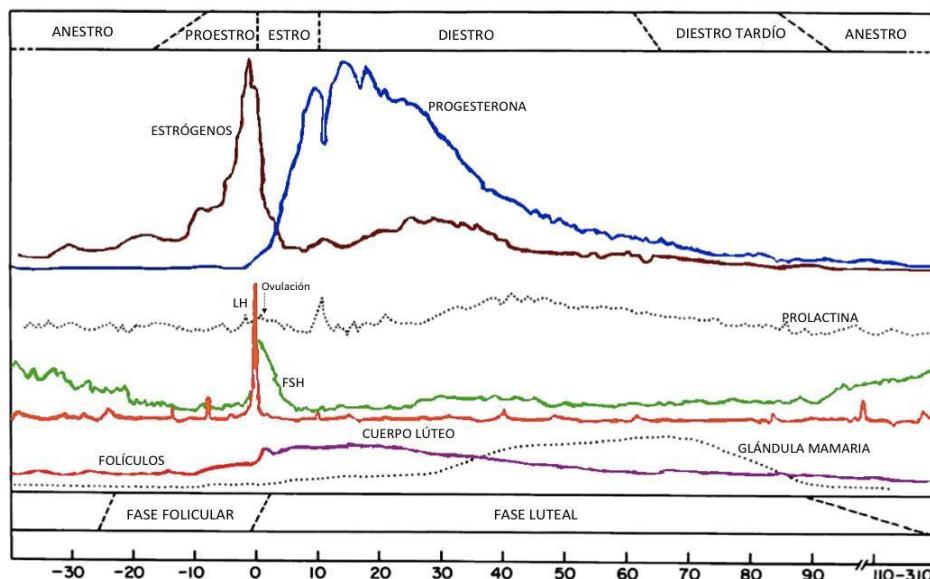


Imagen 1. Cambios hormonales durante el ciclo estral en perras no gestantes

(Concannon et al., 2009)

Proestro: tiene una duración media de 3 a 25 días, con un promedio de 9 días. Visualmente es la fase más sencilla de reconocer, ya que presenta una secreción serosanguinolenta, tumefacción y enrojecimiento vulvar. Las feromonas sexuales que se liberan con las secreciones vulvares, con la orina y con la secreción de las glándulas perianales provocan la atracción del macho, aunque la perra no es sexualmente receptiva. En el frotis se observa una gran celularidad que va cambiando según progresá; en un principio, el número de células parabasales e intermedias es elevado y van disminuyendo conforme avanza, a la vez que aumenta el porcentaje de células superficiales y escamas. Debido al sangrado, aparecen glóbulos rojos cuya cantidad aumenta conforme avanza el proestro (Sokolowski, 1977; Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011). A nivel ovárico hay crecimiento folicular y producción de estrógenos (E_2) (fase estrogénica), cuya concentración aumenta desde los 2-5 pg/ml del anestro hasta los 50-100 pg/ml del final del proestro. Los niveles de progesterona (P4) se mantienen basales, con concentraciones bajas, menores a 0,5 ng/ml hasta las últimas 24-48 h, previas al pico de hormona luteinizante (LH), cuando éstas se elevan por encima de los 0,5 ng/ml (Stornelli et al., 2006; Martí, 2011).

Estro: tiene una duración de 6 a 12 días, pudiendo prolongarse hasta los 18 o 20 días. La vulva sigue edematosa, aunque de forma menos evidente, la secreción vulvar disminuye y adquiere un color más marronáceo. La hembra pasa a estar receptiva al macho y permite la cubrición, es el momento en que se produce la ovulación y la formación del cuerpo lúteo (Sokolowski, 1977; Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011). Por efecto de las concentraciones de E_2 , en la citología se obtiene una imagen constante con un 80-100 % de células superficiales nucleadas y anucleadas, la mayoría de ellas queratinizadas (Stornelli et al., 2006; Dumon, 2009; Feldman y Nelson, 2007). Despues del pico máximo de E_2 se produce el pico de LH, que desencadenará la ovulación. En la perra hay un aumento de los niveles de P4 previos a la ovulación, debido a la luteinización preovulatoria de los folículos, pasando de valores < 0,5 ng/ml a valores de entre 0,5-3 ng/ml durante el pico de LH y entre 4,0-10 ng/ml en el momento de la ovulación (Stornelli et al., 2006; Dumon, 2009; Martí, 2011; Michel et al., 2011).

Diestro: su duración es variable entre 60-100 días. La hembra deja de aceptar al macho, la vulva vuelve a una apariencia normal y cesa la descarga vulvar, pudiendo persistir cierto flujo denso y transparente (Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011). Citológicamente hablando, el diestro puede definirse como el primer día que se observa un descenso de células superficiales al 20 %, pasando a observarse mayoritariamente células intermedias y parabasales. Al principio aparecen neutrófilos que irán desapareciendo de forma gradual, a

vezes se pueden ver aparentemente dentro de las células epiteliales y se conocen como “células en sello” (Imagen 2). El número de células disminuye progresivamente, asemejándose cada vez más al frotis de una perra en anestro (Johnson, Root y Olson, 2001; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009).

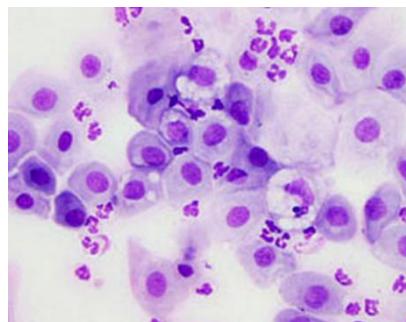


Imagen 2. Citología de primer día de diestro

Tras la ovulación, en el ovario se forman cuerpos lúteos productores de P4 iniciándose la fase luteal. Los niveles de P4 aumentan, alcanzando concentraciones de 15 a 90 ng/ml entre 15 y 30 días después del pico de LH para posteriormente, producirse un descenso gradual durante las siguientes 5-6 semanas (Sokolowski, 1977; Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011).

Anestro: su duración es muy variable entre individuos, pudiendo ser de 2 a 6 meses y finaliza con el próximo sangrado vaginal y, por tanto, el siguiente proestro. Las perras no presentan signos que permitan identificar que se encuentran en este momento del ciclo, ni diferenciarlas de hembras esterilizadas, ya que se observa una ausencia de comportamiento sexual (Sokolowski, 1977; Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011). A nivel citológico, se observan células epiteliales intermedias y parabasales basófilas (Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Martí, 2011). Se considera un periodo de descanso reproductivo en el que la actividad ovárica cesa. Hormonalmente se observan leves fluctuaciones en las concentraciones de la hormona foliculoestimulante (FSH) y de la LH, que aumentan en forma de ondas según se aproxima el proestro. Hacia el final de este periodo, desde el hipotálamo empieza la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que estimula la liberación de las gonadotropinas pituitarias (LH y FSH), cuyo aumento da lugar al crecimiento folicular en los ovarios durante el proestro. Las concentraciones de E₂ permanecen estables en niveles basales y las concentraciones de P4 descienden a niveles basales menores a 0,5 ng/ml (Stornelli et al., 2006; Feldman y Nelson, 2007; Martí, 2011).

2.2. GESTACIÓN EUTÓCICA EN LA PERRA

La determinación exacta de la duración de la gestación es compleja debido a las variaciones entre el momento de la ovulación y la cubrición o inseminación artificial (IA). Tomando como referencia el día del pico de LH, su duración puede ser de entre 64-66 días, pero si se tiene en cuenta el momento de la ovulación, la duración puede ser de 62-64 días (Michel et al., 2011).

Como podemos ver en la Imagen 3, la ovulación se produce 48 horas tras el pico de LH. En esta especie hay que tener en cuenta que se liberan ovocitos inmaduros que tardan aproximadamente otros 2 días en alcanzar la maduración final y son viables durante 2-3 días más, por ello el momento óptimo de fecundación será a los 2-4 días después de la ovulación o a los 4-6 tras el pico de LH (Stornelli, 2006; Siena y Milani, 2021). Si tenemos en cuenta que los espermatozoides son viables en el aparato reproductor de la hembra entre 5-7 días, la perra será fértil desde el pico de la LH y un servicio preovulatorio puede dejarla preñada (Siena y Milani, 2021). La duración de la gestación teniendo en cuenta el primer día de apareamiento es de 58-68 días.

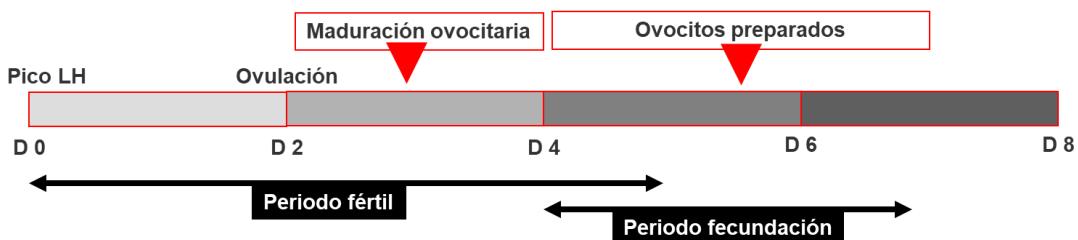


Imagen 3. Período fértil y período óptimo de fecundación

Una vez los ovocitos han madurado, la fecundación se produce en los oviductos. Los embriones se desarrollan como mórulas en el oviducto distal, para dar lugar a blastocitos que migrarán al útero unos 9-10 días post ovulación, donde finalmente se producirá la implantación a los 18-20 días después del pico de LH, que se considera tardía respecto a las otras especies de mamíferos domésticos (Feldman y Nelson, 2007).

La duración de la gestación se puede ver influenciada también por el peso materno o el tamaño de la camada ya que las gestaciones únicas o de dos fetos tienen mayor duración que en las que hay más de tres cachorros (Simpson y England, 1999; Martí, 2011; Pedersen et al., 2022). En las perras de raza Drever se ha observado que cuando el tamaño de la camada excede el promedio de la raza, cada cachorro adicional reduce la duración de la gestación alrededor de 6 horas, y de forma contraria, cuando el tamaño de camada es menor al promedio la duración aumenta (Bobic, Andersson y Linde, 2007). También puede haber diferencias en la duración entre las distintas razas, describiéndose gestaciones más cortas en el

Pastor Alemán y perros de caza, y más largas en el caso del West Highland White Terrier (Beccaglia et al., 2016).

El tamaño de la camada depende a su vez de diferentes factores relacionados con la madre como el tamaño o raza (generalmente se observan mayor número de cachorros en razas de mayor tamaño), salud, edad, estado nutricional, condición uterina o número de partos (Feldman y Nelson, 2007; Stornelli y Luzbel, 2016).

2.2.1. Endocrinología de la gestación

Progesterona. De ella depende el mantenimiento de la gestación, también se relaciona con el desarrollo del endometrio, el acoplamiento de la placenta, y la inhibición de la acción contráctil de los E₂ sobre el útero (Martí, 2011). Los valores se elevan tras el pico de LH, manteniéndose en meseta durante toda la gestación con niveles entre 20-60 ng/ml, para disminuir de forma brusca 24-48 horas antes del parto por debajo de 2 ng/ml (Feldman y Nelson, 2007; Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016).

Hormona luteinizante y prolactina. Son luteotrofas (mantienen el cuerpo lúteo) por lo que están relacionadas con la secreción de P4, e indirectamente, con el mantenimiento de la preñez. Es a partir de la segunda mitad de la gestación, cuando los niveles de LH y prolactina empiezan a aumentar. En una hembra no gestante la concentración de prolactina pasa de 2 ng/ml a 2 o 3 veces más al final del diestro mientras que en una hembra gestante aumenta por encima de 40 ng/ml la última semana de gestación alcanzando un pico (117 ng/ml) 8-52 h preparto. Este incremento se puede considerar exclusivo de gestación y su identificación en hembras que no han sido cubiertas puede ser indicativo de pseudogestación (Feldman y Nelson, 2007; Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016).

Estrógenos. No se conoce con exactitud su influencia en el mantenimiento de la gestación. Durante las primeras 5-6 semanas se mantienen a concentraciones basales, y aumentan en las últimas 3, aunque siempre por debajo de los niveles que se alcanzan en el proestro (Feldman y Nelson, 2007; Stornelli y Luzbel, 2016).

Relaxina. Es una hormona específica de la preñez ya que la placenta empieza a sintetizarla a partir de las 2 a 3 semanas de gestación. Su concentración comienza a incrementarse 21 a 24 días después del pico de LH y alcanzan su máxima concentración entre los días 40 y 50 con valores de 4 a 5 ng/ml, a partir del cual disminuyen y se mantienen alrededor de 7 semanas post-parto (Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016).

2.2.2. Cambios fisiológicos durante la preñez

A lo largo de la gestación el tamaño corporal de la perra aumenta entre un 20 y 50 %, siendo más notable este aumento durante la segunda mitad. También se produce desarrollo glandular mamario.

A nivel hematológico, en algunas hembras puede observarse una leve leucocitosis o anemia normocítica y normocrómica, como consecuencia del aumento de volumen sanguíneo. A partir del día 20, se puede observar un aumento de fibrinógeno plasmático junto con la aparición de proteínas de fase aguda; también pueden observarse otros cambios más sutiles como un aumento de la proteinemia acompañado de hipercolesterolemia, incremento en la actividad de los factores de coagulación, o una leve disminución de las concentraciones séricas de IgG (Simpson y England, 1999; Feldman y Nelson, 2007).

2.2.3. Diagnóstico de gestación

Para predecir el momento del parto, primero se tiene que confirmar que la perra esté preñada utilizando diferentes métodos de diagnóstico de gestación.

Palpación abdominal

De 17 a 22 días después de la ovulación ya se pueden palpar las vesículas embrionarias, aunque los días más recomendables para la palpación abdominal son entre el día 35 y 45 tras la ovulación. Dependiendo del tamaño y estado corporal de la hembra puede ser una técnica más o menos difícil, especialmente en hembras grandes o con sobrepeso, en las que los fetos se encuentren muy craneales, o en las que haya uno o pocos embriones. A partir del día 45 tras la ovulación, el diagnóstico mediante esta técnica se complica, ya que los sacos embrionarios se aplatan y solo se nota una distensión uterina, que mediante palpación no permite distinguir entre la gestación o patologías uterinas. Es una técnica que no permite identificar la viabilidad fetal ni el número de fetos (Martí, 2011; Lamm y Makloski, 2012).

Diagnósticos laboratoriales

La determinación de relaxina en plasma desde la cuarta semana de gestación (20-30 días) sirve para confirmar una gestación positiva. Se pueden dar falsos negativos en las primeras semanas, por lo que es recomendable repetir la prueba una semana después y confirmar su presencia, sus concentraciones no permiten conocer un tiempo exacto de gestación ni el número de fetos (Lamm y Makloski, 2012; Beccaglia et al., 2016).

A partir del día 35 tras el pico de LH, se puede recurrir a la identificación de prolactina, que como hemos dicho aumenta a partir de la segunda mitad de la gestación. Presenta una menor

fiabilidad que la medición de la relaxina, debido a que en hembras con pseudogestación también pueden aumentar las concentraciones séricas (Lamm y Makloski, 2012).

Otros indicadores hormonales que pueden monitorizarse, son el aumento de las concentraciones sanguíneas de E₂ a partir del día 21 después del pico de LH, o el aumento de proteínas de fase aguda como la proteína C-reactiva, que, a diferencia de las hembras vacías, en las gestantes aumenta alrededor de los 20 y 25 días después de la ovulación. La cantidad de fibrinógeno aumenta durante la preñez, pero también puede verse incrementado por causas inflamatorias, por lo que es un parámetro menos fiable (Martí, 2011; Lamm y Makloski, 2012). De forma menos común, también se puede recurrir a la valoración de los niveles séricos de creatinina e inmunoglobulinas, que pueden disminuir sus concentraciones hasta en un 25-33 % y 40-50 % respectivamente (Dumon, 2009).

Mediante técnicas de inmunohistoquímica también pueden medirse las concentraciones de la hormona FSH, pero es un método caro y poco utilizado, que permite confirmar gestaciones positivas a partir del segundo tercio de la gestación cuando se obtienen valores iguales o superiores a 150 ng/ml (Lamm y Makloski, 2012).

Aunque en las hembras gestantes la cantidad de P4 sintetizada por el cuerpo lúteo es mayor que en las hembras vacías, ésta es rápidamente metabolizada, resultando en unas concentraciones séricas parecidas, por lo que la P4 sérica no sirve para diagnosticar la preñez de forma temprana. Se ha visto que a partir de la cantidad de metabolitos fecales de P4 si puede distinguirse entre hembras en diestro y hembras preñadas, aunque es una técnica muy poco usada en la clínica diaria (Verstegen-Onclin y Verstegen, 2008; Lamm y Makloski, 2012).

Diagnóstico ecográfico

Actualmente es considerada la mejor técnica de diagnóstico de gestación, es un método no invasivo, fácil de realizar en la clínica diaria y de elevada fiabilidad. No permite conocer el número exacto de fetos, pero si conocer la viabilidad fetal.

A partir del día 21 después del pico de LH se pueden reconocer las vesículas embrionarias (Imagen 4), que se identifican como sacos anecogénicos y a partir de los días 23 y 25 ya pueden apreciarse los embriones como una estructura oblongada anexa a la pared uterina (Imagen 5), junto con el latido cardíaco (Imagen 6), con frecuencias cardíacas (FFC) superiores a las 220 pulsaciones/minuto (ppm) (Beccaglia et al., 2016).



Imagen 4. Ecografía de vesícula embrionaria día 21
(Cedida por María Borobia, HVUZ)



Imagen 5. Vesícula embrionaria día 24
(Cedida por María Borobia, HVUZ)



Imagen 6. Latido cardiaco día 24
(Cedida por María Borobia, HVUZ)

A lo largo del desarrollo fetal por ecografía se puede observar como cronológicamente aparecen los diferentes órganos. Desde el punto de vista clínico es importante saber el día en el que se identifican, y se define como primera detección ecográfica, normalmente nombrada en función del pico de LH o el día de la ovulación.

- Entre los días 25 y 30 tras el pico de LH el embrión adquiere una forma bipolar y se empiezan a observar las extremidades.
- Entre los días 27 y 31 se empieza a visualizar la porción profunda de la vesícula diencefalo-telencefálica (DPTV) que representa el tálamo y los núcleos basales primordiales y que se reconoce como un área anecogénica en la cabeza del feto.
- El estómago es la primera víscera abdominal en identificarse alrededor de los días 29 y 33, seguido de la vejiga, que empieza a verse entre los días 36 y 39.
- En el día 35 se observan blastemas de los miembros y movimiento fetal.
- En los días 34-36, ya se pueden distinguir el abdomen y el tórax, los pulmones fetales se vuelven más hiperecogénicos que el hígado entre los días 38 y 42, y el hígado

aumenta su hiperecogeneidad respecto a otros órganos abdominales entre los días 39 y 47 (Imagen 7).

- Los riñones (Imagen 8) y ojos (Imagen 9) pueden visualizarse entre los días 39 y 47.
- El intestino (Imagen 10) se considera como el último órgano en ser reconocido ecográficamente, a los 53-57 días, la identificación de sus capas y observación de su peristaltismo sobre los días 57 y 63 son indicativos de una completa organogénesis fetal (Beccaglia et al., 2016).



Imagen 7. Ecografía de pulmón e hígado
(Cedida por María Borobia, HVUZ)



Imagen 8. Ecografía de riñón
(Cedida por María Borobia, HVUZ)



Imagen 9. Ecografía de ojo
(Cedida por María Borobia, HVUZ)



Imagen 10. Ecografía de intestinos
(Cedida por María Borobia, HVUZ)

Diagnóstico radiológico

La radiografía proporciona una estimación aproximada de la edad gestacional identificando el grado de osificación, pero no se considera un método adecuado para determinar la madurez fetal. Esta técnica requiere una adecuada preparación y colocación del paciente para una correcta evaluación, normalmente con una proyección latero-lateral es suficiente para el diagnóstico de gestación y contar el número de fetos, siendo la proyección ventro-dorsal más adecuada para evaluar la edad gestacional (Lamm y Makloski, 2012; Beccaglia et al., 2016).

De forma sutil a partir del día 21 puede apreciarse un aumento del tamaño uterino, aunque no es hasta el día 43-46 tras el pico de LH cuando empieza la osificación fetal y se pueden obtener imágenes radiológicas de gestación.

Cronológicamente se van obteniendo imágenes de las diferentes estructuras según su desarrollo (Lamm y Makloski, 2012; Beccaglia et al., 2016):

- El cráneo es la primera en reconocerse entre los días 43 y 46.
- A los 46 y 51 días se pueden identificar la escápula, el húmero y el fémur.
- El radio, cúbito y tibia se hacen visibles alrededor de los 50 y 53 días.
- Entre los días 53 y 59 aparece la imagen radiográfica de la pelvis y las costillas.
- De los 55 a los 64 días ya puede verse casi toda la estructura ósea incluyendo las vértebras coccígeas, peroné, el calcáneo y las extremidades distales.
- Finalmente, las últimas estructuras en aparecer son los dientes, a partir de los días 58-63, alrededor de 3 a 8 días antes del parto, indicando la completa mineralización de los fetos, aunque en este momento no se encuentran a término, por lo que no sobrevivirían si se realizara una cesárea.

2.3. EL PARTO

El momento del parto es de vital importancia, se producen numerosos cambios en un corto periodo de tiempo, destacando cambios hormonales, comienzo de la producción de leche, cambios comportamentales y la involución uterina. Los cachorros nacen inmaduros, por lo que es muy importante que las perras lleguen sanas y en un correcto estado nutricional a este momento, así como su correcta asistencia (Arlt, 2020).

En la clínica diaria de pequeños animales nos podemos encontrar muchas situaciones diferentes en las que nos interesa predecir cuándo tendrá lugar el parto. Principalmente podemos distinguir entre dos situaciones en función del conocimiento por parte de los propietarios del momento de ovulación y/o monta o IA:

- Pacientes en las que se desconoce estos datos y acuden para obtener un diagnóstico de gestación y una predicción para el momento del parto.
- Pacientes en las que se monitoriza y programa la gestación teniendo en cuenta las diferentes fases de su ciclo y se conocen las fechas tanto de los cambios hormonales y ovulación como de la monta o IA.

2.3.1. Endocrinología del parto

Los mecanismos fisiológicos que desencadenan el parto son muy complejos y no se conocen con exactitud, aunque se atribuye al cortisol fetal como principal desencadenante (Tabla 1).

Una vez que el eje pituitario-suprarrenal del feto ha madurado se estimula tanto por el estrés que provoca la disminución del aporte nutricio y de oxígeno por parte de la placenta, así como por el menor espacio que dispone el feto dentro del útero, aumentando los niveles de glucocorticoides fetales y maternos en sangre. Estos inducen la síntesis de E₂ y prostaglandinas F_{2α} (PGF_{2α}) en la placenta. Las PGF_{2α} producen la luteólisis, responsable de la abrupta caída de los niveles de P4 en el momento del parto (Simpson y England, 1999; Feldman y Nelson, 2007; Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016).

Tabla 1. Mecanismos hormonales del parto (Sorribas, 2005)

HORMONA	NIVEL	ACCIÓN
Progesterona	Disminuye	Mantenimiento de la gestación Inhibición de nuevas ovulaciones
Estrógenos	Aumentan	Sensibilizan el miometrio a la acción de la oxitocina Apertura del cuello del útero
Glucocorticoides maternos	Aumentan	Estimulan la maduración del eje hipotalámico- hipofisiario-gonadal Producción de glucocorticoides fetales Producción prostaglandinas luteolíticas
Relaxina	Aumenta	Relajación de la pelvis y del canal del parto
Glucocorticoides fetales	Aumentan	Maduración fetal
PGF_{2α}	Aumenta	Lisis del cuerpo lúteo
Oxitocina	Aumenta	Contracciones miometrio
ACTH	Aumenta	Estimula la producción de glucocorticoides maternos

La inversión de la ratio P4:E₂ junto con la acción de PGF_{2α} producen la liberación del bloqueo uterino con un aumento de la excitabilidad y actividad del miometrio, separación de la placenta y dilatación del cérvix; así mismo, el hipotálamo estimula la liberación de oxitocina por la hipófisis, que desencadena las contracciones uterinas. Las PGF_{2α} inducen la producción de relaxina por parte del ovario y la placenta, que junto a la acción de los E₂ son los responsables de la relajación de los ligamentos pélvicos y tejido conectivo del cérvix (Simpson

y England, 1999; Feldman y Nelson, 2007; Stornelli y Luzbel, 2016; Arlt, 2020). Las concentraciones séricas de prolactina se incrementan antes del parto y llegan a su pico durante la lactación (Feldman y Nelson, 2007; Arlt, 2020).

2.3.2. Fases del parto

Pueden observarse ciertos cambios comportamentales 2-3 días previos al parto, algunos autores consideran este momento como una etapa preliminar a la que llaman pródromos. Las perras están inquietas e intranquilas, cambian constantemente de posición, algunas se observan los flancos como signo de incomodidad, y pueden llegar a presentar temblores y vómitos. Su apetito disminuye y se suelen alejar para la elaboración del nido en espacios tranquilos y oscuros, algunas muestran un comportamiento de rascado o se esconden bajo objetos como mesas o sillas. También puede observarse inicio de la secreción láctea, tumefacción y relajación de la vulva, relajación de los ligamentos pélvicos, y eliminación del tapón mucoso en las últimas 24 horas. Entre 12 y 24 horas tras la caída de P4 se puede producir un descenso de hasta 1 °C de la temperatura corporal, con la expulsión de los fetos en las siguientes 24 horas (Dumon, 2009; Stornelli y Luzbel, 2016).

El parto puede dividirse en tres fases principales:

Estadio I o fase de dilatación

Ocurre una vez eliminado el bloqueo uterino de la P4. Es el momento en que comienzan las concentraciones uterinas que no son visibles, aunque se pueden palpar con la mano sobre el abdomen del animal, se dilata el cuello uterino y la vagina y se relajan los tejidos blandos de la pelvis. Tiene una duración de 6 a 12 horas y finaliza cuando el cérvix se ha dilatado por completo (Simpson y England, 1999; Feldman y Nelson, 2007; Dumon, 2009; Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016; Arlt, 2020).

En esta etapa también están involucradas las citoquinas y cambios en el sistema nervioso vegetativo, que provocan la activación del reflejo de Ferguson: los receptores sensitivos del cérvix y de la vagina detectan el aumento de presión y transmiten la información al hipotálamo, lo que lleva a una liberación de oxitocina, que aumentará las contracciones uterinas (Arlt, 2020).

Durante esta primera fase comienza la rotación fetal y su colocación en el canal del parto, que si no se produce o es incorrecta puede dar lugar a distocias (Martí, 2011).

Estadio II o fase de expulsión

Es el momento en que se produce la expulsión de los fetos, y tiene una duración de entre 3 y 12 horas. Cuando los fetos alcanzan el cérvix el reflejo de Ferguson incrementa y promueve la liberación de oxitocina, que produce que se intensifiquen las contracciones uterinas, a las que se les añaden las contracciones abdominales. Además, se produce la salida de fluidos fetales transparentes, correspondientes a la ruptura de la bolsa alantoidea del primer feto, que contribuye a la dilatación y lubricación de la vagina, en este momento el feto se extiende en el canal del parto para su normal expulsión. Cuando la cabeza del feto asoma por la vulva la madre mordisquea el amnios, que es una membrana más dura, y lo libera de sus estructuras y también corta el cordón umbilical. En las primeras 4 horas tras el inicio de esta fase debería nacer el primer cachorro. El tiempo entre cachorros debe ser el mínimo posible, sin exceder los 30 minutos (Simpson y England, 1999; Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016).

Estadio III o fase de expulsión placentaria

Corresponde a la expulsión de las placenas y restos de membranas retenidas gracias a las contracciones uterinas, que se producen a partir de los 15 minutos tras la expulsión del feto, aunque pueden tardar hasta 24 horas en ser expulsadas. No siempre sigue cada placenta a cada feto, puede ocurrir que se expulsen 2 o 3 fetos sin placenas entre medio, y que posteriormente la hembra expulse 2 o más placenas (Martí, 2011; Stornelli y Luzbel, 2016; Arlt, 2020).

Desde el inicio de la instauración del parto y durante la expulsión de las placenas puede llegar a observarse una descarga vulvar verdosa y en ocasiones acompañada de sangre. También puede ocurrir que las hembras se coman las placenas, aunque es un comportamiento fisiológico, se debe evitar que la hembra coma más de 2 o 3 placenas (Simpson y England, 1999; Stornelli y Luzbel, 2016).

La duración de un parto normal depende del tamaño de la camada, pudiendo durar de 2 hasta 12 horas (Martí, 2011).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

En la especie canina la gestación es relativamente corta, los fetos nacen en estado inmaduro y el desarrollo final de la mayoría de órganos y sistemas tiene lugar en los últimos días de gestación o incluso post-parto, observándose una reducida tasa de supervivencia en los cachorros prematuros. Es de vital importancia conocer la fecha estimada de parto y estar preparados para poder atenderlo o asistirlo en caso de ser necesario (Leopate, 2018).

Es por ello que nos planteamos los siguientes objetivos:

- Estudio, descripción y análisis de los métodos actuales y la aplicación de nuevas técnicas para la predicción del momento del parto en la perra.
- Diferenciar cuales son los métodos más adecuados si se ha planificado la monta o IA y cuales cuando se desconocen estos datos.
- Determinar cuáles pueden ser utilizados por el propietario para acudir a una atención veterinaria en el momento adecuado.

4. METODOLOGÍA

Para la realización y redacción de este trabajo se ha realizado una búsqueda bibliográfica tanto de libros disponibles en la biblioteca de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza como los publicados de forma digital en internet, y también artículos disponibles en diferentes buscadores Web como Alcorze, Pubmed o Google académico. Para ello se han utilizado los términos clave que se observan en la Tabla 2, realizándose una búsqueda en inglés para obtener la mayor información posible. Para elegir y filtrar esta información se han seguido diferentes criterios como la actualidad de ésta, el número de citaciones que posee o si la información se ajustaba a la búsqueda.

Tabla 2. Resultados obtenidos en función de las palabras clave utilizadas en los distintos buscadores

	ALCORZE		PUBMED		GOOGLE ACADÉMICO	
	TOTAL	< 10 años	TOTAL	< 10 años	TOTAL	< 10 años
<i>Bitch reproductive cycle</i>	564	245	305	83	23.300	12.900
<i>Bitch gestation</i>	798	366	1.060	262	8.710	3.860
<i>Bitch gestation diagnosis</i>	87	57	469	134	4.920	2.170
<i>Bitch parturition</i>	1.072	540	291	126	6.290	2.390
<i>Bitch parturition prediction</i>	180	1	51	31	1.940	912
<i>Pregnant bitch</i>	1840	13	2.884	782	62.000	17.500

5. RESULTADOS

Actualmente existen diferentes técnicas y métodos para predecir o estimar el momento del parto en la perra, su indicación y elección depende del momento de gestación. Además, hay otros factores que pueden influir en su precisión como el tamaño de la camada o el peso corporal materno, que pueden tener influencia en la duración de la gestación.

5.1. COMPORTAMIENTO (PRÓDROMOS)

Los cambios comportamentales los días previos al parto (pródromos) son muy heterogéneos y difieren mucho entre individuos (Arlt, 2020). Se observan similitudes con el comportamiento de otros cánidos salvajes como el aislamiento o la construcción del nido, por ejemplo, algunas perras rompen papel, alfombras o la propia cama en un intento de construir el nido, aunque los niveles de contacto humano ejercen gran influencia en la manifestación de estos y no siempre se observan (Santos, Beck y Fontbonne, 2009).

Según Dumon (2009), la aparición de secreción láctea, puede darse entre 24 y 48 horas antes del parto en primíparas, o incluso 1 semana antes en las que ya han parido. La tumefacción de la vulva se suele producir unas 24 horas antes en las primíparas y hasta 3 días antes en las multíparas. Uno de los signos inmediatos, 24-36 horas antes, es la aparición de un flujo prepardo, mucoso blanquecino, procedente del tapón mucoso que sellaba el cuello del útero, sin embargo, por el lamido de la perra puede pasar desapercibido.

Estos cambios en la conducta las 12-24 horas previas al parto se asocian a la caída de P4, también parece que el comportamiento de nidificación está relacionado con el inicio de las contracciones uterinas (Santos et al., 2021).

5.2. TEMPERATURA CORPORAL

La caída de la temperatura es un indicador que genera controversia. Es un parámetro fácil y económico de medir que pueden realizar los propietarios, aunque no todos los autores coinciden en su evidencia. Numerosos estudios describen una caída de 1,0 °C de la temperatura determinada a nivel rectal aproximadamente 24 horas antes del parto, aunque también hay estudios donde esta caída no se confirma. Algunos autores relacionan estos cambios de temperatura con los cambios hormonales que se producen antes del parto (Simpson y England, 1999; Feldman y Nelson, 2007; Stornelli y Luzbel 2016). Concannon et al. (1977) postulan que el descenso de la temperatura se debe a la caída de P4 y que la sigue con 12 horas de diferencia. Sin embargo, estudios más recientes, defienden que no hay relación entre esta caída de temperatura en la hembra antes del parto y los niveles séricos de P4, PGF_{2α} o cortisol (Veronesi et al., 2002). Actualmente no hay evidencias científicas que correlacionen

variaciones de la temperatura corporal con los niveles plasmáticos de P4, aunque si hay sospechas de que esta hormona juega cierto papel, ya que es considerada una hormona termogénica (Dumon, 2009; Geiser et al., 2014; Siena y Milani, 2021).

La mayoría de los estudios utilizan la medición de la temperatura a nivel rectal, sin embargo, Geiser et al. (2014) comprobaron la correlación entre la caída de la temperatura y el comienzo del parto mediante sensores intravaginales con registros cada 10 minutos. Los dispositivos se eliminaban de forma espontánea con el comienzo de las contracciones antes de la expulsión del primer feto, momento considerado como inicio del parto. Los autores observan una caída de la temperatura vaginal en la mayoría de las hembras alrededor del parto, aunque concluyeron que no puede relacionarse con el comienzo del parto. Los resultados indicaron que la temperatura vaginal en las 24 horas previas al parto ($37,3 +/ - 0,3 ^\circ\text{C}$) es significativamente inferior a la de 24-48 horas antes ($37,6 +/ - 0,2 ^\circ\text{C}$) y que en las 49-72 horas previas ($37,7 +/ - 0,1 ^\circ\text{C}$). Por tanto, se recomienda un seguimiento de la temperatura vaginal en los momentos previos al parto como elemento complementario para su predicción, teniendo en cuenta que la caída de temperatura no es algo que se produzca en todas las hembras, o que puede producirse de forma muy sutil con tan sólo una diferencia de $0,3 ^\circ\text{C}$. En este estudio se observa que tomando mediciones únicamente una vez al día, la sensibilidad de los valores es mayor cuando la temperatura se mide a última hora de la tarde, que cuando se mide en horas más tempranas. Esto se debe a los propios cambios de los ciclos circadianos, a la menor actividad de las perras al final del día y a la influencia de otros factores externos que pueden hacer que haya ciertos cambios en la temperatura corporal a lo largo del día.

Para poder detectar un cambio significativo de la temperatura corporal se debería definir una temperatura de referencia, por lo que se debería medir la temperatura dos veces al día durante al menos 14 días o a partir del día 55 desde la monta. Se ha observado que la temperatura rectal y la vaginal están significativamente correlacionadas en esta especie, pudiendo ser utilizadas ambas mediciones, teniendo en cuenta que mediante temperatura rectal la disminución de la temperatura se observa alrededor de 24 horas antes del parto, y que, mediante la medición en vagina, este descenso se puede observar las 48 horas previas al parto (Geiser, et al., 2014; Siena y Milani, 2021).

5.3. CITOLOGÍA VAGINAL

Es una técnica interesante para aplicar en la clínica diaria debido a su sencillez, rapidez, bajo coste y por ser poco o nada lesiva para la hembra. Se estima que el parto tiene lugar alrededor de $57 +/ - 1$ día después del paso citológico a diestro. Algunos autores consideran este método

más preciso que la identificación del momento de la ovulación a partir del examen clínico o que las mediciones de P4 (Beccaglia et al., 2016; Arlt, 2020; Siena y Milani, 2021).

De Cramer y Nöthling (2017), estudiaron la fiabilidad de la prueba, observando que la estimación del momento del parto 57 días +/- 1 día después de la identificación del diestro presenta una fiabilidad del 88 %, si la franja se aumenta a +/- 2 días la fiabilidad es del 99 % y con una franja de 57 días +/- 3 días la fiabilidad es del 100 % (Arlt, 2020).

La citología no se recomienda como único método para determinar el momento de la ovulación, ni es indicativa de las concentraciones séricas de progesterona, aunque si puede utilizarse para saber cuándo empezar a monitorizar las concentraciones sanguíneas de esta hormona (Siena y Milani, 2021).

5.4. MEDICIÓN DE LA PROGESTERONA Y PICO DE LH EN RELACIÓN CON LA OVULACIÓN

La medición de la P4 sérica en una hembra en celo puede utilizarse para determinar cuándo se produce el pico de LH y la ovulación y predecir así la fecha de parto. Usando el pico de LH y el aumento de las concentraciones de P4 se obtiene una precisión del 80 %, consecuentemente, la detección del pico de LH e identificación ecográfica de la ovulación se consideran poco prácticas debido a la necesidad de las mediciones diarias (Siena y Milani, 2021). Se considera que el parto tiene lugar 63 días +/- 1 día después de la ovulación, que ocurre 48 horas después del pico de LH, cuando las concentraciones de P4 están a unos niveles de 4,0-10 ng/ml. Se describe una precisión del 67 % para la estimación del momento del parto a partir de la determinación de la ovulación mediante el estudio de las concentraciones séricas de P4 con un margen de +/- 1 día, aumenta a un 90 % con un margen de +/- 2 días, y se describe del 100 % si el margen es de +/- 3 días (Arlt, 2020).

En el estudio de De Cramer y Nöthlin (2019) se compara simultáneamente la precisión obtenida mediante el paso citológico a diestro, el pico de LH y la medición de niveles de P4 por encima de 6 nM (2 ng/ml) y por encima de 16 nM (5 ng/ml). Tras su estudio, se concluye que con la identificación del diestro con citología vaginal se consigue una mayor precisión que con los otros métodos “peri-estrales” estudiados. En este trabajo se considera un margen de error aceptable de 48 horas (periodo previo al establecimiento espontáneo del parto considerado aceptable para garantizar la supervivencia fetal) (De Cramer y Nöthling, 2019).

5.5. CAÍDA DE PROGESTERONA

La caída de las concentraciones en suero de P4 por valores inferiores a 2 ng/ml en hembras gestantes indican que el parto tendrá lugar en las próximas 24-36 horas (Arlt, 2020). Durante el parto la concentración sérica de P4 es menor a 1 ng/ml, debido a la rápida liberación de

$\text{PGF}_{2\alpha}$ y la luteólisis. En gestaciones con un único feto debido a una luteólisis incompleta podría ocurrir que los niveles de P4 no descendieran por debajo de los 2 ng/ml aun estando la hembra a término (De Cramer y Nöthling, 2020).

De Cramer y Nöthling (2018a) realizaron un estudio sobre 25 perras tomando muestras sanguíneas cada 6 horas, para comprobar si el parto espontáneo tiene lugar 48 horas después de que las concentraciones séricas de P4 alcancen niveles de 6,4 nM (2 ng/ml). Aunque en su estudio no se pudo establecer un valor límite para determinar que las hembras presentaban dilatación cervical en 48 horas, se llegó a las siguientes conclusiones: cuando los valores de P4 son superiores a 15,8 nM o 8,7 nM (4,96 ng/ml o 2,73 ng/ml), existe un 99 % y 98 % de probabilidad respectivamente, de que el parto no tendrá lugar en las siguientes 12 horas. También se describe que por debajo de 15,8 nM (4,96 ng/ml) de P4 en sangre hay un 99 % de probabilidad de que el parto ocurra en las próximas 96 horas, y que por debajo de 3,18 nM (1 ng/ml) este ocurrirá en 24 horas con un 100 % de certeza. Por debajo de 8,7 nM (2,73 ng/ml), la probabilidad de que el parto tenga lugar en las siguientes 48 horas es del 99 % y del 86 % para que transcurran 24 horas.

Se pueden utilizar diferentes técnicas para cuantificar la caída de los valores de P4. Mediante radioinmunoensayo (RIA) se observa un descenso de 4,5 +/- 0,6 ng/ml en los últimos 5 días de gestación hasta valores de 3,12 +/- 0,4 ng/ml en las últimas 40-32 horas previas al parto, con una caída más acentuada en las últimas 24 y 12 horas previas al parto cuando los valores observados son menores a 1,2 ng/ml y 0,55 ng/ml respectivamente (Arlt, 2020).

Rota et al. (2015) realizaron un estudio para valorar la eficacia diagnóstica de una única medida de P4 mediante inmunoensayo quimioluminiscente (CLIA), para ello tomaron muestras de sangre a 3 días de parto y el mismo día del parto. Se determinó que una concentración de P4 menor a 3,4 ng/ml es indicativa de parto en las próximas 24 horas, con una sensibilidad de 46,88 % y una alta especificidad del 100 %. En el estudio se observa una gran variabilidad entre las hembras, por lo que una única medida de los valores de P4 presenta poca fiabilidad para determinar el momento del parto, aunque puede utilizarse para identificar a aquellas hembras que se encuentran a término en casos de tener que realizar una cesárea (Rota et al., 2015; Arlt, 2020).

Se observa que mediante CLIA se obtienen unos valores de P4 significativamente mayores que mediante RIA, ambas técnicas han sido validadas para determinar la concentración sérica de P4 en la especie canina. La técnica mediante RIA es más utilizada y se establecen valores inferiores a 2 ng/mL como referencia indicativa de parto en las próximas 24-12 horas y poder

realizar una cesárea. Mediante CLIA el valor de referencia para determinar la posibilidad de realizar una cesárea es cuando los valores de P4 son inferiores a 3,4 ng/mL (Rota et al., 2015).

5.6. OTROS INDICADORES HORMONALES/ENDOCRINOLÓGICOS

Al final de la gestación, alrededor del momento del parto, se observa un aumento de las concentraciones séricas de cortisol, que alcanzan un pico 12 horas tras el inicio del parto, para disminuir posteriormente y alcanzar los niveles basales 36 horas después del parto. No se ha establecido ninguna relación entre las concentraciones de cortisol y P4 o PGF_{2α} en las últimas 48 horas antes del parto, ni tampoco parece ser un parámetro indicativo de cuándo se producirá la dilatación cervical (Arlt, 2021).

Milani et al. (2021), midieron concentraciones de varias hormonas esteroideas alrededor del parto, y determinaron que ninguna, exceptuando la P4, puede usarse clínicamente para predecir el inicio del parto. No se observaron cambios significativos en los niveles de E₂, aunque la concentración de testosterona descendía el día del parto, y la concentración de todos los glucocorticoides aumentaban el día antes del parto. Debido a la gran variabilidad en las concentraciones que se observaban entre las perras, así como en el momento del cambio, no se pueden establecer valores de referencia predictivos, siendo valores más útiles como indicativos de estrés.

Las concentraciones séricas de proteínas de fase aguda son utilizadas para el diagnóstico de gestación, lo que ha llevado a que se considere su posible relación con el momento del parto, aunque no ha podido establecer una relación predictiva entre la proteína C-reactiva y el comienzo del parto, debido a una elevada variabilidad en las últimas 24 horas antes del parto y una baja especificidad (Milani et al., 2021; Siena y Milani, 2021).

5.7. ECOGRAFÍA

La ecografía es una de las técnicas más utilizadas y precisas para determinar el momento del parto en la perra, pudiéndose usar incluso cuando no se conoce el momento de ovulación. A parte de la identificación de las estructuras a lo largo del desarrollo embrionario, esta técnica permite tomar distintas mediciones para las cuales se han definido diferentes fórmulas que permiten predecir la edad gestacional (GA) y estimar el momento del parto (Tabla 3) (Mattoon y Nyland, 2002). Según el momento de gestación se pueden agrupar de forma aproximada en cuanto a su realización:

- Durante la primera parte de la gestación, antes del día 37 después del pico de LH, se pueden obtener medidas de estructuras extra-fetales del diámetro del saco gestacional (GSD), bien de la cavidad coriónica interna (ICC) o del diámetro uterino

externo (OUD), también puede medirse la longitud cráneo-caudal (CRL) y el diámetro corporal del feto (BD).

- En la segunda mitad de la gestación, se recomienda medir el diámetro biparietal (BP o HD), considerada la medición de referencia.
- Al final de la gestación, entre los días 35 y 58 también se puede calcular la edad gestacional a partir de la medición de la porción profunda de la vesícula diencefalo-telencefálica fetal (DPTV).

Tabla 3. Fórmulas para predecir la GA y los días antes del parto (Mattoon y Nyland, 2002)

EDAD GESTACIONAL (± 3 días)
Menos de 40 días (medidas en cm):
$GA = (6 \times GSD) + 20$
$GA = (3 \times CRL) + 27$
Más de 40 días (medidas en cm):
$GA = (15 \times HD) + 20$
$GA = (7 \times BD) + 29$
$GA = (6 \times HD) + (3 \times BD) + 3$
Días antes del parto
$65 - GA$

La GA se basa en los días posteriores al pico de la LH

En la especie canina los mejores resultados se obtienen con las medidas de la ICC durante la primera mitad de la gestación y el BP durante la segunda mitad (Michel et al., 2011; Beccaglia et al., 2016; Pedersen et al., 2022).

ICC. Se mide en un plano transverso, corresponde a la distancia entre las porciones internas de la pared coriónica y los sitios de reacción trofoblástica decidual (Imagen 11). Es el parámetro extra fetal más preciso en gestaciones tempranas, pudiéndose usar desde el día 17-18 hasta el día 37 tras la ovulación, aunque la mayor precisión se obtiene entre los días 20-25 (Son et al., 2001; Siena y Milani, 2021).



Imagen 11. Cavidad coriónica interna (ICC) (Englad, Yeager y Concannon, 2002)

OUD. Se mide desde los puntos más externos del sitio de implantación considerando dos diámetros ortogonales de la vesícula gestacional, cuando aparece como una estructura redonda mostrando su mayor diámetro. Actualmente no hay marcadores de medición bien definidos para esta especie, por lo que el OUD proporciona una estimación del momento del parto poco precisa. Otras medidas placentarias también crean cierta controversia en relación a su fiabilidad. Por ejemplo, la longitud de la placenta zonal, midiéndose como la distancia entre los dos extremos de la placenta zonal en una vista longitudinal, no se ha visto que esté relacionada con la edad gestacional en razas pequeñas. Sin embargo, el grosor placentario está positivamente correlacionado con la edad gestacional, independientemente de la raza o tamaño corporal (Siena y Milani, 2021).

CRL. La medición de CRL solo puede realizarse del día 26 al 45 después del pico de LH, ya que más adelante el cuerpo fetal empieza a cambiar en forma y posición, flexionándose. La mayor precisión a partir de su medida se obtiene el día 30. Corresponde a la distancia entre el punto más rostral de la cabeza fetal y su punto más caudal de la zona perianal realizando una línea recta cuando el feto se observa en su completa longitud (Imagen 12). No se ha establecido una correlación significativa con la edad gestacional, por lo que no es una medición muy precisa (Luvoni y Beccaglia, 2006; Siena y Milani, 2021).



Imagen 12. Longitud cráneo caudal fetal (CRL)
(Cedida por María Borobia, HVUZ)

BD. Se mide dibujando dos líneas ortogonales al nivel de la sección más larga del feto, usando un plano transverso, en el que se debe incluir tanto el estómago como el hígado (Imagen 13). Debe medirse durante la segunda mitad de la gestación a partir del día 26 después del pico de LH, con una precisión máxima si se realiza el día 30 (Luvoni y Beccaglia, 2006; Siena y Milani, 2021).

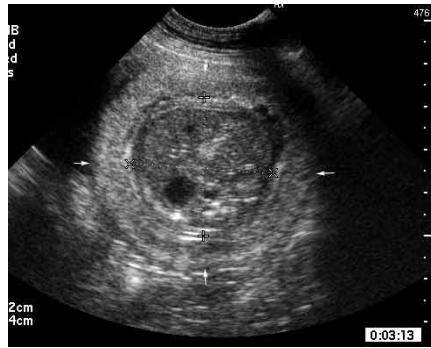


Imagen 13. Diámetro corporal (BD) día 53
(Englad, Yeager y Concannon, 2002)

DPTV. En la última etapa de la gestación, a partir del día 30 y hasta 7 días antes del parto, se pueden observar las DPTV (en el mismo plano que se visualizaba en el ICC), y se reconoce como un área anecoica y simétrica visualizada en la línea media sagital de la cabeza fetal. Mediante esta medida se estima una precisión de predicción del 42,9 % con un margen de error de +/- 1 día y del 62 % con un margen de error de +/- 2 días. No se ha visto influencia de la raza para esta medida, aunque si se ha observado una mayor precisión en camadas grandes o de tamaño normal que en las pequeñas (Beccaglia, Faustini y Luvoni, 2008; Siena y Milani, 2021).

BP. Se mide en un plano transverso dibujando una línea en la zona de mayor distancia entre los huesos parietales (Luvoni y Beccaglia, 2006; Siena y Milani, 2021) (Imagen 14).



Imagen 14. Diámetro biparietal (BP o HD)
(Cedida por María Borobia, HVUZ)

Existen distintas fórmulas que relacionan la medida ecográfica del BP y el día de parto (Tabla 4), obtenidas tras un análisis de regresión linear simple o una regresión linear mixta. Pedersen et al. (2022) clasificaban las hembras según el peso corporal o raza utilizando modelos específicos. Los resultados del estudio confirmaron que los modelos específicos para cada raza son más precisos que los basados en el peso corporal, ya que se pueden tener en cuenta especificaciones morfológicas como la forma de la cabeza o diferencias en la duración de la

gestación. Además, se observó que al aplicar los modelos de razas pequeñas a razas grandes se obtenían resultados poco precisos. Es recomendable usar modelos específicos para cada raza en hembras de tamaño mini y pequeñas; mientras que en el caso de las razas gigantes se obtiene una mayor variación en los modelos específicos de raza, por lo que los modelos basados en el peso materno también son recomendables en estos casos. Esto se puede deber a la mayor dificultad de obtener las imágenes ecográficas en estos animales por su profundidad abdominal.

Tabla 4. Modelos de cálculo de fecha de parto en función del peso matero o raza (adaptado de Pedersen et al., 2022)

Modelo basado en el peso matero	Modelo específico por raza usando regresión linear mixta
Razas minis (<5 kg): $DBP \frac{1}{4} -0.6573 * BP + 25.2357$	Chihuahua: DBP $\frac{1}{4} -0.6562 * BP + 25.1119$ Coton de tulear: DBP $\frac{1}{4} -0.6915 * BP + 26.4288$ Toy Poodle: DBP $\frac{1}{4} -0.6295 * BP + 24.5305$
Razas pequeñas (5-10 kg): $DBP \frac{1}{4} -0.6638 * BP + 26.4461$	Shetland Sheepdog: DBP $\frac{1}{4} -0.7049 * BP + 27.2530$ Cavalier King Charles Spaniel: DBP $\frac{1}{4} -0.7049 * BP + 27.2530$ Pug: DBP $\frac{1}{4} -0.6979 * BP + 26.8555$
Razas medias (10-25 kg): $DBP \frac{1}{4} -0.7269 * BP + 29.1359$	Staffordshire Bull Terrier: DBP $\frac{1}{4} -0.7278 * BP + 28.9938$ Border Collie: DBP $\frac{1}{4} -0.7327 * BP + 29.5890$ Miniature Bull Terrier: DBP $\frac{1}{4} -0.7002 * BP + 28.9938$
Razas grandes (25-40 kg): $DBP \frac{1}{4} -0.7785 * BP + 30.8860$	Golden Retriever: DBP $\frac{1}{4} -0.7661 * BP + 30.9052$ German Shepherd: DBP $\frac{1}{4} -0.7869 * BP + 30.5496$ Labrador Retriever: DBP $\frac{1}{4} -0.7987 * BP + 31.3938$
Razas gigantes (>40 kg): $DBP \frac{1}{4} -0.8163 * BP + 32.6374$	Newfoudland: DBP $\frac{1}{4} -0.8660 * BP + 34.0807$ Dogue de Bordeaux: DBP $\frac{1}{4} -0.7833 * BP + 31.8940$ Leoberger: DBP $\frac{1}{4} -0.8179 * BP + 32.1334$

DBP: días antes del parto BP: diámetro biparietal

A pesar de los buenos resultados obtenidos con la medición del BP, De Cramer y Nöthling (2018b), consideraron que la predicción del parto a partir del BP no es el mejor método, ya que esta medida puede presentar grandes variaciones en y entre camadas, siendo un valor demasiado variable para ser utilizado por ejemplo para programar una cesárea, especialmente en casos de fetos únicos, ya que no se sabe si esta medida puede ser fiable para calcular la edad gestacional. Observaron diferencias de 15 mm de esta medición entre camadas de la misma raza, e indicaron que esta diferencia es mayor al margen de error que consideran

aceptable (ya que implica más de dos días de desarrollo). También observaron que esta diferencia de diámetros también se daba en cachorros recién nacidos de una misma camada, describiendo diferencias de entre 4 a 12 mm. Tras estas observaciones concluyen que estas medias pueden dar lugar a error, ya que dependiendo donde se establezca el punto de corte la camada puede no estar lista para sobrevivir si se realiza una cesárea (De Cramer y Nöthling, 2018b; Arlt, 2020).

ICC y BP. Aunque mediante las mediciones del ICC y BP se puede obtener una estimación del momento del parto bastante precisa, hay que tener en cuenta que dicha precisión puede verse afectada por diferentes factores. Los resultados dependerán del periodo gestacional en que se encuentre la hembra; ya que, las estimaciones en gestación temprana antes de los 35 días, son más precisas que en momentos posteriores. Luvoni y Beccaglia (2006), observaron que en la 5º semana de gestación ambas medidas, el ICC y el BP, proporcionan una precisión similar con un margen de +/- 2 días (ICC: 85,9 %; BP: 95,2 %). Aunque hasta la 8º semana la precisión de la medida del PB se mantiene elevada con el margen de error de +/- 2 días (85,3 %), según avanzan las semanas la precisión disminuye, observándose en la 9º semana un 50,9 % con un margen de +/- 1 día y un 69,8 % con un margen de +/- 2 días. El tamaño de la camada es otro elemento a tener en cuenta, obteniéndose con las medidas del BP una mayor precisión en las camadas de tamaño normal (de 2 a 6 cachorros en razas pequeñas y de 5 a 9 cachorros en razas medias) que en camadas pequeñas o grandes. En los perros la precisión que se obtienen a partir del ICC no se ve afectada por el número de vesículas embrionarias (Beccaglia et al., 2016).

Madurez fetal y longitud renal. Estudios recientes establecen una fuerte correlación positiva entre la madurez fetal y la longitud renal del feto, el desarrollo de estos órganos tiene lugar en último tercio de la gestación, pudiéndose medir a partir del día 24 y hasta el día previo al parto, siendo el mejor momento para medirlos del día 15 hasta 11 días antes del parto. En el estudio realizado por Gil et al. (2018) se establece una precisión del 99,98 % con un margen de error de +/- 1 día aplicando esta medida en su fórmula pertinente. Sin embargo, otros autores no determinaron ninguna relación entre los cambios que se observan en los riñones fetales durante los últimos 5 días de gestación y el momento del parto, proponiendo la observación de la motilidad gastrointestinal como mejor indicador de madurez fetal, ya que su observación también confirma que el desarrollo fetal se ha completado (Gil et al., 2018; Siena y Milani, 2021).

Madurez fetal, segmentos intestinales y movimiento peristáltico. Evaluando la madurez fetal también se puede establecer una fecha prevista de parto, mediante la visualización ecográfica

de segmentos intestinales y la identificación de las capas de su pared y su movimiento peristáltico, así como la ecogenicidad de pulmones e hígado, aunque no se recomienda planear una cesárea únicamente teniendo en cuenta estos indicadores (Arlt, 2020).

El área intestinal se visualiza como una zona de ecogenicidad homogénea caudal al hígado entre los días 40 y 44 de gestación, y la pared intestinal empieza a verse en algunos segmentos a partir de los días 44-48. Desde los días 50-54 ya puede identificarse la superficie mucosa de la pared intestinal y cierto grado de motilidad gastrointestinal. Para identificar el peristaltismo intestinal en esta etapa son necesarias observaciones largas, de al menos 1 minuto. De los días 59 a 62 ya pueden observarse todas las capas de la mucosa intestinal con claro movimiento peristáltico después de una observación de 3 segundos. Se asocia el movimiento peristáltico a la presencia de moco y fluidos gastrointestinales, pudiéndose observar a lo largo de todo el tracto gastrointestinal entre los 4 y 1 días antes del parto (Gil, García y Froes, 2015). En un estudio reciente, Milani et al. (2020) estudiaron el uso de la motilidad intestinal como indicador de madurez fetal durante los últimos 190 días de gestación, observando que la motilidad aumentaba del 17,1 % al 63,3 % en los últimos 5 días. En este mismo estudio se observó también una correlación negativa entre la motilidad gastrointestinal y la temperatura vaginal en estos últimos 10 días (Milani et al., 2020).

Madurez fetal y pulmonar. La madurez de los pulmones fetales es un requisito obligatorio para la supervivencia extrauterina, por eso en la especie canina se ha estudiado tanto desde un punto de vista anato-embriológico como ecográfico. Los neumococos tipo I y tipo II se desarrollan entre los días 48 y 57 de gestación, y se conoce como la fase canicular, el desarrollo continúa con la fase sacular los días 57 a 60, donde se produce el surfactante pulmonar por parte de los neumococos de tipo II. Teóricamente, a partir del día 57 de gestación, los pulmones fetales de esta especie estarán listos para la supervivencia extrauterina. La última fase de desarrollo pulmonar, la fase alveolar, tiene lugar durante el periodo neonatal (Sipriani et al., 2009). Desde un punto de vista ecográfico, se ha analizado cuantitativamente la ecogenicidad del pulmón fetal, mediante el nivel medio de gris, que se ha visto como aumenta significativamente de los días 49 a 56, alcanzando una meseta entre los días 57 y 63 tras la ovulación. Además, se ha propuesto como parámetro para evaluar la madurez fetal el ratio de ecogenicidad de nivel medio de gris entre el pulmón y el hígado fetales, cuya especificidad y sensibilidad son del 83 %. Se ha observado que en la última semana de la gestación canina la ecogenicidad del hígado aumenta de forma aguda en comparación de la pulmonar, que se mantiene constante durante las dos últimas semanas, haciendo que el ratio entre ambos disminuya (Banzato, Zovi y Milani, 2017).

5.8. FRECUENCIA CARDIACA Y FUJO SANGUÍNEO ANTES DEL PARTO

En la especie canina la FFC debería ser superior a las 220 pulsaciones por minuto, y sirve para monitorizar el sufrimiento fetal, considerándose que por debajo de las 200 ppm hay estrés fetal, y por debajo de 180 ppm hay estrés fetal severo (Zone y Wanke, 2001; Gil et al., 2014; Beccaglia et al., 2016).

A partir de las 72 horas antes del parto se producen variaciones en la FFC, con aceleraciones y deceleraciones que se alternan y se vuelven más exageradas según el parto se acerca, observándose hasta oscilaciones de 143 ppm a 205 ppm en un periodo de 4 segundos (Gil et al., 2014). Es por ello que la interpretación de las aceleraciones y deceleraciones cardíacas puede utilizarse para identificar signos de sufrimiento fetal y programar una cesárea. Además, pueden llegar a tener valor predictivo como indicador de parto en las siguientes 72 horas, aunque no es suficiente para determinar una sólida relación y se requieren más estudios. Giannico et al. (2016), calcularon un parámetro específico para medir las variaciones de la FFC. Los autores definieron la variación de la FC (VFC) con la siguiente fórmula, VFC = gradiente FFC (FFC máxima – FFC mínima) x 100 / FFC máxima, y determinan que una VFC superior al 30 % es indicativo de parto en las próximas 12 horas con una sensibilidad del 88 % y una especificidad del 50 %.

Mediante la ultrasonografía doppler se puede evaluar la funcionalidad anatómica y vascular del flujo sanguíneo, así como su velocidad y dirección, la cual puede aplicarse para la evaluación clínica de la hembra gestante. Con la técnica doppler de onda pulsada se puede analizar el flujo sanguíneo dentro de un solo vaso, la forma de la onda representa cambios de velocidad del flujo durante el ciclo cardíaco (Imagen 15).

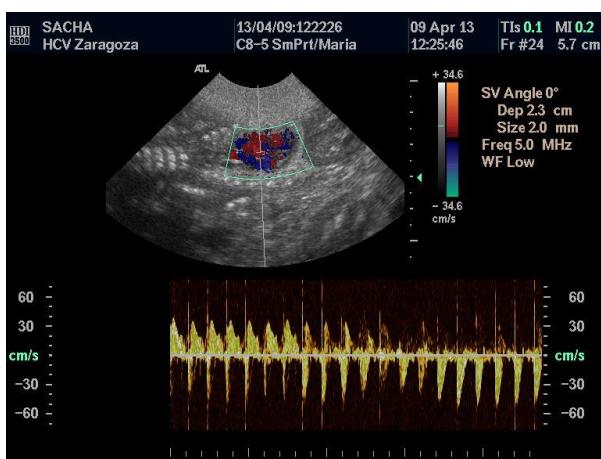


Imagen 15. Frecuencia cardiaca fetal
(Cedida por María Borobia, HVUZ)

Con esta técnica se evalúan principalmente los parámetros de velocidad sistólica máxima (PSV) y velocidad diastólica final (EDV). La PSV se forma con la apertura de las válvulas semilunares y

la eyección de sangre hacia delante, y se refiere a la velocidad del flujo sanguíneo durante la contracción (sístole) del corazón, mientras que la EDV hace referencia a la velocidad del flujo sanguíneo durante su relajación (diástole). A partir de estos parámetros se puede calcular el índice de resistencia ($IR = (PSV - EDV) / PSV$), un valor comprendido entre 0 (mínima resistencia) y 1 (máxima resistencia) que indica la resistencia vascular en un tejido determinado. Se sabe que en la especie canina el IR disminuye progresivamente a lo largo de una gestación eutóxica, para asegurar la adecuada perfusión placentaria y de las vísceras fetales. Giannico et al. (2015), evaluaron y describieron los cambios de flujo de la arteria umbilical al final de la gestación, con el objetivo de desarrollar nuevas técnicas de predicción del parto. En las hembras con parto natural se observó una disminución importante del IR de la arteria umbilical en los períodos 72-48, 24-12, 12-6 y 6-1 horas previas al parto, con valores inferiores a 0,7 a partir de las 12 horas previas al parto, y una disminución más importante con valores de IR de 0,56 en las últimas 6 horas. En las hembras en las que se practicó una cesárea, el IR también disminuyó significativamente en los períodos 96-72, 72-48 y 48-24 horas pre-cesárea, y se observó un aumento en los períodos 24-12, 12-6 y 6-1 horas previas a la intervención obstétrica, siendo un indicativo de estrés fetal. Los cambios en el flujo sanguíneo de la arteria umbilical analizados junto con otros datos como la FFC, clínica y contexto de la hembra gestante pueden utilizarse para predecir el momento del parto y la identificación de estrés fetal de forma temprana (Giannico et al., 2015).

5.9. RADIOGRAFÍA

Mediante una sola radiografía en proyección latero-lateral se puede conocer el tamaño de la camada con una precisión del 93 %, es el mejor método para el conteo fetal y debe realizarse durante la última etapa de la gestación, entre los días 55 y 65 (Imagen 16). Aunque para evaluar la morfología pélvica de la madre para valorar posibles complicaciones, así como la posición de los cachorros y posiciones distóxicas, o la muerte fetal en ocasiones, se necesita también una proyección ventro-dorsal. Esta proyección también permite tomar medidas del canal pélvico en relación al tamaño de la cabeza fetal (Imagen 17).

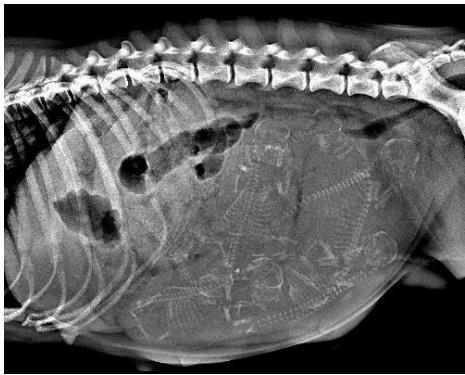


Imagen 16. Proyección latero-lateral
(Cedida por Amaya Unzueta, HVUZ)

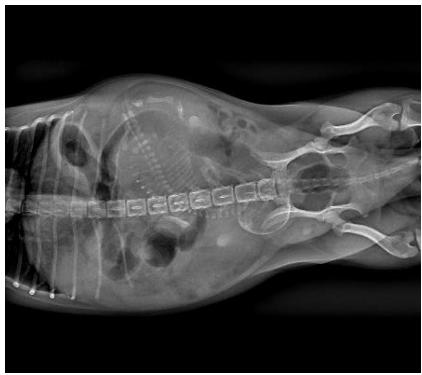


Imagen 17. Proyección ventro-dorsal
(Cedida por Amaya Unzueta, HVUZ)

De forma menos precisa y más aproximada, esta técnica de diagnóstico por imagen también puede ser de ayuda para el cálculo de la edad gestacional, identificando huesos específicos y dientes, aunque no se considera el mejor método para determinar la madurez fetal. Tampoco es de elección para evaluar la viabilidad fetal, ya que no se puede observar los cambios radiológicos indicadores de muerte fetal hasta 24 horas después de que se produzca, pudiéndose observar acumulaciones de gas o deformidades esqueléticas indicadoras de putrefacción o maceración. En la gestación temprana, la visualización de falta de aumento del tamaño uterino o una disminución rápida del diámetro uterino también pueden ser indicativas de aborto (Martí, 2011; Miechel et al., 2011; Lamm y Makloski, 2012; Lopate, 2018; Arlt, 2020). A partir del día 58 después del pico de LH se puede observar la mineralización completa de los fetos, aunque en este momento no serían capaces de sobrevivir fuera del útero, por lo que no se puede utilizar como indicador de parto ni para programar una cesárea. Además, con los nuevos avances de la radiografía digital, algunas estructuras óseas pueden identificarse antes, haciendo esta técnica menos precisa (Lopate, 2018).

5.10. PRÁCTICAS MÁS COMUNES

A nivel clínico pueden utilizarse diferentes técnicas que nos permiten predecir de una manera aproximada el momento del parto. Ribeiro et al. en el año 2021, realizaron una encuesta a nivel internacional, donde participaron 668 criadores de diferentes razas, para conocer las prácticas más habituales en relación a la reproducción canina y el manejo de la hembra gestante. Según los resultados, el 87,6 % realizaban diagnóstico de gestación, siendo la ecografía el método más usado, por el 80 % a nivel internacional y el 94,5 % de los participantes españoles. En relación a la elección del método de predicción del parto se observó una mayor diversidad entre los diferentes países. En general, se utilizan cuatro métodos principalmente: cálculo a partir del último día de monta (23,4 %), observación de cambios del comportamiento (34,4 %), caída de la temperatura corporal (21,7 %) y cálculo a

partir del día de la ovulación (21,4 %). En comparación con los países europeos, en Estados Unidos, Canadá y Australia se utilizan más los niveles de progesterona como indicador de la ovulación para calcular el día del parto. El método más utilizado por los criadores españoles es la observación de cambios en el comportamiento. Con los resultados de esta encuesta se puede observar como a pesar de que la caída de progesterona al final de la gestación es uno de los métodos de mayor precisión, no es utilizado entre los criadores al no ser un método práctico. En cambio, se recurre a otros métodos de menor valor predictivo, pero más fácilmente realizables por los criadores (Ribeiro et al., 2021).

6. CONCLUSIONES

Dependiendo del control del ciclo de la perra y del momento de gestación en el que se encuentre hay diferentes métodos predictivos disponibles:

- En gestaciones programadas se recomienda el uso combinado de la identificación del pico de LH y de la ovulación midiendo la concentración de progesterona junto con la citología vaginal del primer día de diestro.
- Cuando se desconocen las fechas de cubrición o inseminación artificial la técnica más recomendable es la ecografía, ya que a partir de diferentes fórmulas y mediciones permite valorar la madurez y viabilidad fetal.
- Tanto los cambios de comportamiento y el descenso en 1 °C de la temperatura corporal, que se producen 24 horas antes del parto, son métodos económicos e identificables por los propietarios, aunque poco precisos con un importante componente individual.

CONCLUSIONS

Depending on the control of the cycle of the bitch and the moment of gestation, there are different predictive methods available:

- In planned pregnancies, the combined use of vaginal cytology and the identification of ovulation through hormonal concentrations is recommended.
- When mating dates are unknown, from day 21 of the pregnancy can be confirmed by ultrasound which is the most recommended technique, as it will predict the delivery timing with formulas based on different measurements while assessing fetal maturity and viability.
- Both behavioural changes, and a 1°C drop in body temperature, which occur 24 hours before birth, are inexpensive and owner-identifiable methods, albeit imprecise with a significant individual component.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La reproducción es una especialidad que siempre me ha llamado la atención, la biología que hay detrás y como a partir de dos células de individuos diferentes se crea una vida es algo que me parece fascinante. El parto juega un papel imprescindible y es el punto de inflexión a partir del cual comienza una nueva vida. La realización de este trabajo me ha permitido profundizar en este tema y adquirir nuevos conocimientos, así como conocer los últimos avances en la materia. Estos conocimientos teóricos creo que serán de gran utilidad y fáciles aplicar en un futuro laboral en la clínica de pequeños animales.

La búsqueda bibliográfica me ha permitido ganar soltura a la hora de trabajar con los diferentes buscadores de información científica, así mismo también adquirir cierto criterio a la hora de filtrar y elegir la información y las fuentes a las que recurrir. Leer y poder entender artículos científicos en inglés también ha contribuido a mejorar nivel y a aumentar mi vocabulario en este idioma.

Me gustaría agradecer el apoyo y consejo de mis tutoras, Felisa Martínez y Victoria Luño, quienes me han guiado a lo largo de todo el año. He podido contar con ellas en todo momento y su consejo y ayuda ha sido crucial para poder realizar este trabajo. Estoy muy orgullosa de haber podido contar con ellas, ya que no solo han demostrado una gran profesionalidad para trabajar, sino que también han sido un importante apoyo personal, algo que es más difícil de encontrar.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arlt, S. (2020). "The bitch around parturition". *Theriogenology*, 150, pp. 452-457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.046>
- Banzato, T.; Zovi, G. y Milani, C. (2017). "Estimation of fetal lung development using quantitative analysis of ultrasonographic images in normal canine pregnancy". *Theriogenology*, 96, pp. 158–163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.03.011>
- Beccaglia, M.; Faustini, M. y Luvoni, G. (2008). "Ultrasonographic study of deep portion of diencephalo-telencephalic vesicle for the determination of gestational age of the canine Foetus". *Reproduction in Domestic Animals*, 43, pp. 367–370. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00916.x>
- Beccaglia, M.; Alonge, S.; Trovo, C. y Luvoni, G.C. (2016). "Determination of gestational time and predictions of parturition in dogs and cats: an update". *Reproduction in Domestic Animals*, 51, pp. 12-17. DOI: 10.1111/rda.12782
- Bobic, B.; Andersson, K. y Linde, C. (2007). "Reproductive patterns in the domestic dog – A retrospective study of the Drever breed". International M.Sc. Thesis. University of Uppsala, Sweden, 68, pp. 21-43. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.051
- Concannon, P. W.; Powers, M. E., Holder, W. y Hansel, W. (1977). "Pregnancy and parturition in the bitch". *Biology in Reproduction*, 16, pp. 517– 526.
- Concannon, P.; Castracane, V.; Temple, M. y Montanez, A. (2009). "Endocrine control of ovarian function in dogs and other carnivores". *Animal Reproduction*, 6, pp. 172-193.
- De Cramer, K. y Nöthling, J. (2017). "The precision of peri-oestrous predictors of the date of onset of parturition in the bitch". *Theriogenology*, 96, pp. 153–157. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.018>
- De Cramer, K. y Nöthling, J. (2018a). "The precision of predicting the time of onset of parturition in the bitch using the level of progesterone in plasma during the preparturient period". *Theriogenology*, 107, pp. 211–218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.11.018>
- De Cramer, K. y Nöthling, J. (2018b). "Is the biparietal diameter of fetuses in late gestation too variable to predict readiness for cesarean section in dogs?" *Theriogenology*, 113, pp. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.02.005>
- De Cramer, K. y Nöthling, J. (2019). "Curtailing parturition observation and performing preparturient cesarean section in bitches". *Theriogenology*, 124, pp. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.10.010>

- De Cramer, K. y Nöthling, J. (2020). "Towards scheduled pr-parturienta caesarean section in bitches". *Reproduction in Domestic Animals*, 00, pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.13669>
- Dumon, C. (2009). *Patología de la reproducción en la especie canina*. Argentina: Editorial Inter-Médica S.A.I.C.I., pp 8-28.
- Englad, G.; Yeager, A. y Concannon, P. (2002). "Ultrasound imaging of reproductive tract of the bitch". Recent Advances in Small Animal Reproduction. Disponible en: <https://www.ivis.org/library/recent-advances-small-animal-reproduction/ultrasound-imaging-of-reproductive-tract-of-btch>.
- Feldman, E. y Nelson, R. (2007). "Ciclo ovárico y citología vaginal". Endocrinología y Reproducción Canina y Felina. Argentina: Editorial Inter-Médica S.A.I.C.I., pp 834-860
- Géiser, B.; Burfeind, O.; Heuwieser, W. y Arlt, S. (2014). "Prediction of parturition in bitches utilizing continuous vaginal temperature measurement". *Reproduction in Domestic Animals*, 49, pp. 109-114. DOI: 10.1111/rda.12236
- Giannico, A. T.; Gil, E. M.; García, D. A. y Froes, T. R. (2015). "The use of Doppler evaluation of the canine umbilical artery in prediction of delivery time and fetal distress". *Animal Reproduction Science*, 57, pp. 34-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.12.018>
- Giannico, A.T.; Garcia, D.A.A.; Gil, E.M.; Sousa, M.G. y Froes, T.R. (2016). "Assessment of umbilical artery flow and fetal heart rate to predict delivery time in bitches". *Theriogenology*, 86, 1654–1661. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.042>
- Gil, E.M.; García, D.A.; Giannico, A.T. y Froes, T.R. (2014). "Do accelerations or decelerations predict the parturition day in bitches?". *Theriogenology*, 12790, pp. 567-576. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2014.04.025
- Gil, E.M.; Garcia, D.A.; Froes, T.R. (2015) "In utero development of the fetal intestine: Sonographic evaluation and correlation with gestational age and fetal maturity in dogs". *Theriogenology*, 84, 681–686. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.030>
- Gil, E.M.; Garcia, D.A.; Giannico, A.T. y Froes, T.R. (2018). "Early results on canine fetal kidney development: Ultrasonographic evaluation and value in prediction of delivery time". *Theriogenology*, 107, pp. 180–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.11.015>.
- Johnson S.D.; Root, M.V., y Olson, P.N. (2001). *Canine and Feline Theriogenology*. Philadelphia: Sounders.
- Lamm, C.G. y Makloski, C.L. (2012). "Current Advances in Gestation and Parturition in Cats and Dogs". *Veterinary Clinic of Small Animals*, 42, pp. 445-456. DOI: 10.1016/j.cvsm.2012.01.010.

- Lopate, C. (2018). "Gestational Aging and Determination of Parturition Date in the Bitch and Queen Using Ultrasonography and Radiography". *Veterinary Clinic of Small Animals*, 48, pp. 617-638. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.02.008>
- Luvoni, G.C. y Beccaglia, M. (2006). "The Prediction of Parturition Date in Canine Pregnancy". *Reproduction in Domestic Animals*, 41, pp. 27–32. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00641.x>
- Martí, S. (2011). *Reproducción y neonatología canina y felina*. España: Servet editorial- Grupo Asís Biomedia S.L.
- Mattoon, J.S. y Nyaland, T.G. (2002). *Small animal ultrasound*. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Michel, E.; Spörri, M.; Ohlerth, S. y Reichler, I. (2011). "Prediction of Parturition Date in the Bitch and Queen". *Reproduction in Domestic Animals*, 46, pp. 926-932. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01763.x>
- Milani, C.; Artusi, E.; Drigo, M.; Mateus, L.; Siena, G.; Gelli, D.; Falomo, M.E. y Romagnoli, S. (2020). "Ultrasonographic analysis of fetal gastrointestinal motility during the peripartum period in the dog". *Domestic Animal Endocrinology*, 219, pp. 103-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106514>
- Milani, C.; Rota, A.; Olsson, U.; Paganotto, A. y Holst, B. (2021). "Serum concentration of mineralocorticoids, glucocorticoids, and sex steroids in peripartum bitches". *Domestic Animal Endocrinology*, 74, pp. 73-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106558>
- Pedersen, M.D.; Klesiewicz, A.B.; Marqvorsen, H.M.; Pedersen, H.G. y Secher, J.B. (2022). "Ultrasonographic determination of day of parturition based on fetal biparietal diameter in pregnant bitches: Comparison of simple linear regression and mixed linear regression in breed-specific models and maternal weight grouped models". *Theriogenology*, 184, pp. 124-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.03.001>
- Rota, A.; Charles, C.; Cucuzza, A.S. y Pregel, P. (2015). "Diagnostic Efficacy of a Single Progesterone Determination to Assess Full-Term Pregnancy in the Bitch". *Reproduction in Domestic Animals*, 50, pp. 1028–1031. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.12631>
- Santos, N. R.; Beck A. y Fontbonne, A. (2019). "A review of maternal behaviour in dogs and potential areas for further research". *Journal of Small Animals Practice*, 61, pp 85-92. DOI: [10.1111/jsap.13085](https://doi.org/10.1111/jsap.13085)
- Santos, N.; Beck, A.; Maenhoudt, C.; Billy, C. y Fontbonne, A. (2021). "Profile of dogs' breeders and their considerations on females reproduction, maternal care and the peripartum stress - an international survey". *Animals*, 2372, pp. 11-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11082372>

- Siena, G.; Milani, C. (2021) "Usefulness of Maternal and Fetal Parameters for the Prediction of Parturition Date in Dogs". *Animals*, 878, pp 11-23. DOI: <http://doi.org/10.3390/ani11030878>
- Simpson, G.M. y England G.C. (1999). *Reproducción y neonatología en pequeños animales*. España: Servicio Universidad, S.A.
- Sipriani, T.; Grandi, F.; Da Silva, L.; Maiorka, P. y Vannucchi, C. (2009). "Pulmonary Maturation in Canine Foetuses From Early Pregnancy to Parturition". *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 137–140. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01446.x>
- Sokolowski, J.H., (1977). "Reproductive Patterns in the Bitch". *Veterinary Clinics of North America*, 7, pp. 4-12.
- Son, C.H.; Jeong, K.A.; Kim, J.H.; Park, I.C.; Kim, S.H. y Lee, C.S. (2001). "Establishment of the Prediction Table of Parturition Day with Ultrasonography in Small Pet Dogs". *Veterinary Medicine Science*, 63, pp. 715–721. DOI: <https://doi.org/10.1292/jvms.63.715>
- Stornelli, M. C.; Savignone, C. A.; Gimenez, F.; Tittarelli C. M.; de la Sota, R. L. y Stornelli, M. A. (2006). "Particularidades del ciclo estral canino. Aspectos clínicos y endocrinológicos". *Analecta Veterinaria*, pp. 26, 38-43.
- Stornelli, M.A. y Luzbel, R. (2016). *Manual de reproducción de animales de producción y de compañía*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de La Plata.
- Sorribas, C. (2005). *Atlas de reproducción canina*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Veronesi, M.C.; Battocchio, M.; Marinelli, L.; Faustini, M.; Kindahl, H. y Cairoli, F. (2002). "Correlations among body temperature, plasma progesterone, cortisol and prostaglandin F2alpha of the periparturient bitch". *Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*, 49, pp 264–268.
- Vestegen-Onclin, K. y Verstegen, J. (2008). "Endocrinology of pregnancy in the dog: A review". *Theriogenology*, 70, pp 291-299. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.038
- Zone, M.A., y Wanke, M.M. (2001). "Diagnosis of canine fetal health by ultrasonography". *Journal of Reproduction and Fertility*, 57, pp. 215–219.