

ARTÍCULO DE REVISIÓN

## Biología Gestacional y Predicción del Parto en la Perra

### GESTATION AND PREDICTION OF WHELPING IN THE BITCH

Alfonso Sánchez Riquelme<sup>1,2</sup>, Francisco Arias Ruiz<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La gestación en la perra transcurre entre la fecundación y el parto, y su duración tiene importancia clínica. La compleja biología de los gametos y embriones influye en la duración de la gestación, cuyo lapso fisiológico fluctúa entre los 57 y 70 días. Este amplio rango puede estar influenciado por los métodos referenciales para la estimación del inicio de la gestación. El realizar montas o inseminaciones en base a detección de la ovulación permite estrechar el rango a 62 a 64 días. Una condición de alto impacto obstétrico es la gestación de un solo cachorro, la cual es más prolongada y representa alto riesgo de distocia. Dada la importancia clínica de una adecuada proyección de la duración de la gestación y de la predicción de la fecha de parto, se han desarrollado fórmulas matemáticas para el cálculo de la edad fetal y tiempo al parto a través de la sistematización de la ultrasonografía gestacional.

**Palabras clave:** perra; duración de gestación; parto

#### ABSTRACT

The pregnancy in the bitch occurs between fertilization and whelping, and its length has clinical importance. The complex biology of the gametes and embryos influences the length of the gestation, where the physiological period fluctuates from 57 to 70 days. This wide range can be influenced by the referential methods used to estimate the starting day. Controlled natural mating or artificial insemination based on the detection of ovulation allows reducing the range from 62 to 64 days. A high impact obstetric condition is the

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Las Américas, Viña del Mar, Chile

<sup>2</sup> E-mail: [profesanchez@gmail.com](mailto:profesanchez@gmail.com)

Recibido: 19 de febrero de 2017

Aceptado para publicación: 22 de junio de 2017

gestation of only one puppy, which tends to be longer, representing high risk of dystocia. Given the clinical relevance of a suitable projection of the length of the gestation and the prediction of the whelping date, mathematical formulas to calculate the fetal age and the whelping day have been developed with the systematization of gestational ultrasound.

**Key words:** bitch, gestational length, whelping

## INTRODUCCIÓN

La gestación o preñez de los mamíferos se entiende como el período biológico que transcurre entre la fecundación y el parto (Hafez E y Hafez B, 2002). La duración de la gestación canina, considerado el intervalo desde el alza preovulatoria de hormona luteinizante (LH) hasta el parto, se ha estimado en  $65 \pm 1$  día (Concannon *et al.*, 1983). Sin embargo, el rango del lapso gestacional de la perra para gestaciones a término se describe entre los 57 y 72 días (Lopate, 2008). La amplitud de este rango se puede atribuir a diversos factores, tales como el momento de la monta, el prolongado tiempo de sobrevivencia espermática en el tracto genital de la hembra y el largo periodo de receptividad sexual de la perra, respecto del momento de fecundidad (Johnston *et al.*, 2001). Esta incertidumbre en la duración de la gestación no es reflejo de una irregularidad fisiológica, sino más bien es el producto de las variaciones que pueden ocurrir en el intervalo entre el servicio fértil y el alza preovulatoria de LH, la ovulación, la maduración de los ovocitos, la fertilización y el ingreso de los blastocistos al útero (England y Concannon, 2001).

En este sentido cabe considerar que, debido a la variabilidad en el comienzo del comportamiento estral entre hembras y a la metodología de servicio (natural o asistido), las montas fértiles podrían producirse tan temprano como siete días antes de la ovulación o bien siete días después de la misma (Concannon *et al.*, 1983).

La adecuada estimación del tiempo gestacional, en tanto ayuda para la predicción de la edad fetal y fecha de parto en la perra, constituye un desafío importante, tanto para los veterinarios como para los criadores, ya que su conocimiento permite una mejor atención de los partos, de manera de prevenir o minimizar las pérdidas neonatales; facilitando también tomar mejores decisiones en términos de la planificación de las cesáreas (Luvoni y Beccaglia, 2006; Kim *et al.*, 2007; Lenard *et al.*, 2007).

El propósito del presente artículo fue contribuir al conocimiento y comprensión de de la biología gestacional, duración de la gestación y predicción del momento del parto en la perra doméstica.

## Ovulación

En el manejo reproductivo canino, uno de los principales desafíos para una predicción más acotada de la edad gestacional y de la fecha de parto, así como para la búsqueda del momento óptimo para la monta o inseminación artificial de una perra, es la determinación de la ovulación (England y Concannon, 2001).

Los especialistas coinciden en indicar que parámetros como el inicio del sangrado vulvar, la cornificación del epitelio vaginal y el comportamiento receptivo no son precisos para evaluar la ovulación en la perra (Reynaud *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2007; Beccaglia y Luvoni, 2012). Así también, se señala que la clave para estimar con mayor

precisión el tiempo de la gestación canina, no es ni la fecha de inseminación, ni el inicio del estro; sino el alza preovulatoria de LH y el concomitante aumento de las concentraciones séricas de progesterona ( $P_4$ ) (Concannon *et al.*, 1983; Meyers-Wallen, 1995).

El pico máximo de fertilidad en la perra estaría asociado al periodo comprendido entre los 3 y 6 días posteriores al alza preovulatoria de LH (England y Concannon, 2001). Si bien el intervalo entre el alza preovulatoria de LH y el inicio de la ovulación es corto (24-48 horas), la determinación de esta gonadotropina presenta algunas dificultades para su uso de rutina. El costo relativamente alto y el tiempo de evaluación requerido (al menos dos muestras por día), en general, limitan su empleo a trabajos de investigación (Reynaud *et al.*, 2006). Los niveles plasmáticos de LH fluctúan entre  $7.0 \pm 2.1$  ng/ml y  $14.7 \pm 4.4$  ng/ml a las 12 y 6 horas antes del pico preovulatorio y entre  $14.2 \pm 4.1$  y  $5.8 \pm 2.4$  a las 6 y 12 horas después del mismo (Hase *et al.*, 2000).

La determinación de  $P_4$  constituye, en la actualidad, el método más utilizado para estimar la ovulación en la perra, debido a su estrecha relación con los cambios preovulatorios de LH. Existen diversas técnicas de laboratorio para determinar  $P_4$  canina, sérica o plasmática; entre ellas, el enzoinmunoensayo (ELISA), el radioinmunoanálisis (RIA) y el inmunoensayo quimioluminiscente (CLIA), además de disponerse de kits comerciales, basados en un procedimiento semi-cuantitativo que aplica la técnica de ELISA en membrana (Eilts *et al.*, 2005).

El alza de LH se asocia con un incremento en la concentración de  $P_4$  sérica, la que alcanza valores de entre 1.5 y 2.2 ng/ml (Kutzler *et al.*, 2003; Volkmann, 2006) o superiores a 2 ng/ml el día del alza de LH o al día siguiente (England y Concannon, 2001). Sin embargo, existe alguna discordancia sobre los valores de  $P_4$  que mejor representan

el momento de la ovulación de la perra. Algunos autores, indican que estos valores al inicio de la ovulación serían entre 3.4 y 6.6 ng/ml (Bouchard *et al.*, 1991), mientras que otros describen valores entre 5 y 7 ng/ml (Marseloo *et al.*, 2004) o bien entre 4 y 10 ng/ml (Johnston *et al.*, 2001).

El inicio del diestro ha sido considerado, también, como un estimador del momento de la ovulación; esto basado en la evaluación secuencial de los cambios celulares en el epitelio vaginal, los cuales se manifiestan alrededor de 7 a 9 días después del alza preovulatoria de LH (Johnston *et al.*, 2001).

Otra técnica empleada para el diagnóstico de ovulación en perras es la ultrasonografía, la cual presentaría mayores dificultades que la evaluación de  $P_4$ , ya que existe mucha similitud ecográfica entre los folículos justo antes y después de ovular, y además se describe que muchos folículos no colapsan al momento de la ovulación, lo cual demanda exámenes seriados dos veces al día (England y Yeager, 1993). Comparaciones entre las concentraciones de  $P_4$  con el diagnóstico ecográfico, como estimadores de ovulación, determinaron que la ultrasonografía solo mejora en un 10% la precisión en la determinación de ovulación respecto a la determinación hormonal (Marseloo *et al.*, 2004).

### Maduración del Ovocito y Fecundación

En algunas especies domésticas, el inicio del estro o la fecha de inseminación son utilizados como predictores de la fecha de parto (Hafez E y Hafez B, 2002); sin embargo, en la perra, estos datos no son lo suficientemente confiables, esencialmente por la escasa relación entre el inicio del estro, el momento de la ovulación y la monta fértil (Johnston *et al.*, 2001). La ovulación de la perra ocurre en un lapso de 24 a 50 horas después del alza de LH (Concannon *et al.*, 1983). No obstante, existen antecedentes indicando que la ovulación no es sincrónica; es decir, puede tardar en completarse desde 24 (Boyd *et al.*, 1993) hasta 36 horas (Marseloo

*et al.*, 2004), lo que implicaría, entonces, que dicho proceso finalizaría dentro de los primeros 3 a 4 días que siguen al alza preovulatoria de LH.

Al momento de la ovulación, el ovocito canino se encuentra en profase I (diploteno), estado inmaduro diploide del gameto femenino, denominado vesícula germinal. Luego, la progresión de la meiosis tiene lugar durante el transporte del ovocito a través del oviducto, finalizando en la región distal del mismo con la formación de un ovocito II (gameto haploide) (Renton *et al.*, 1991; Songsasen y Wildt, 2007). El proceso de maduración ovocitaria tardaría entre 24 y 120 horas (Badiand *et al.*, 1993; Kutzler *et al.*, 2003) y la longevidad del ovocito maduro, aún cuando no ha sido establecida con exactitud, podría alcanzar hasta las 36 horas después de haber alcanzado el estado de ovocito II (Johnston *et al.*, 2001).

Además, se ha observado que los espermatozoides caninos tienen la capacidad de mantener su capacidad fertilizante en el tracto femenino por 6 o 7 días antes de la fecundación (Concannon *et al.*, 1983; Tsutsui, 1989). Experiencias *in vitro* demuestran que los espermatozoides caninos pueden unirse a células epiteliales del útero y del oviducto, prolongando su viabilidad, motilidad e inhibiendo la capacitación espermática (Kawakami *et al.*, 2001; England *et al.*, 2006). En un estudio *in vivo* se describe que la fecundación ocurre principalmente 90 horas después de la ovulación, cuando los ovocitos han completado su maduración nuclear (Reynaud *et al.*, 2005).

Luego de la monta y 12 horas posteriores a la ovulación, la mayoría de los espermatozoides se encuentran retenidos en las glándulas endometriales. Además, una población seleccionada de espermatozoides se almacena en la unión útero-oviductal, y un número limitado de estos continúan liberándose hacia el oviducto caudal en la medida que el

ovocito termina su proceso de maduración. Al alcanzar el ovocito el estado de metafase II, una población aún menor de espermatozoides se desplaza hacia el sitio de fecundación (Karre *et al.*, 2012).

## Desarrollo Embrionario

El transporte embrionario por el oviducto en la perra es el más prolongado entre las hembras de especies domésticas (Thibault *et al.*, 1993). Los embriones ingresan al útero 10 a 12 días después de la fecundación, en estado de mórula o blastocisto temprano (Tsutsui, 1989). Blastocistos más avanzados solo se describen en los cuernos uterinos (Renton *et al.*, 1991). Un aspecto particular del desarrollo embrionario canino es que no sigue un patrón bien definido, existiendo acuerdo en cuanto a la asincronía del proceso para embriones producidos en una misma ovulación. Así, por ejemplo, se describe heterogeneidad en los tiempos de maduración ovocitaria y de los estados del desarrollo embrionario entre ovocitos/embriones de la misma cohorte, sugiriéndose que dicha situación se debería al proceso asincrónico de eclosión folicular durante la ovulación (Renton *et al.*, 1991; Reynaud *et al.*, 2006).

Los blastocistos pre-implantacionales pueden flotar en la cavidad uterina entre los días 12 a 16 y experimentar un proceso de migración transuterina, postulándose que de este modo se equilibraría el número de fetos dispuestos en cada cuerno en caso de existir diferencias sustanciales en el número de cuerpos lúteos entre ambos ovarios (Tsutsui, 1989). La implantación se completa entre 18 y 21 días después de la ovulación (Reynaud *et al.*, 2006). Los embriones caninos pre-implantacionales expresan enzimas y citoquinas, que se reconocen como reguladoras del crecimiento del trofoblasto y se ha observado además que algunos cambios endometriales son dependientes de la presencia de embriones (Schäfer-Somi *et al.*, 2008).

## Función Luteal

A diferencia de las especies de mamíferos de granja, en las cuales la ciclicidad depende de la producción y secreción periódica de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) por el endometrio, la función luteal en perras no gestantes es independiente de luteolisinias uterinas. Esto ha sido demostrado en hembras histerectomizadas donde la regresión luteal ocurrió sin necesidad de la secreción de  $PGF_{2\alpha}$  uterina (Hoffmann *et al.*, 1992). Dada la similitud en la duración y comportamiento de la producción de  $P_4$  entre perras en diestro y perras preñadas, se puede señalar que la vida útil fisiológica y los mecanismos de control endocrino de los cuerpos lúteos caninos son similares (Kowalewski, 2014).

Groppetti *et al.* (2015a) describen que, al inicio del diestro, coincidente con la presencia de cuerpos lúteos bien desarrollados, los valores de  $P_4$  plasmática alcanzan un valor de  $73.9 \pm 9.9$  ng/ml. Asimismo, la mantención de la gestación canina es dependiente de  $P_4$  y que la hormona circulante durante toda la gestación es de origen luteal. Los niveles séricos de  $P_4$  alcanzan un pico de 15-80 ng/ml entre los días 20 y 35 después del pico de LH, para luego declinar lentamente y alcanzar un valor inferior a 2 ng/ml al momento del parto (Concannon, 2011).

## Duración de la Gestación

El largo gestacional promedio de la perra, expresado como el intervalo desde una monta inicial o una monta única hasta el parto, es de 63 días con un rango que varía entre los 57 y 72 días. Este rango resulta, fundamentalmente, de una desviación entre el momento óptimo de fertilidad en la hembra y el momento real de la monta (Shimatzu *et al.*, 2007). Si se considera el rango amplio (media  $\pm$  tres desviaciones estándar) de duración de la gestación canina, puede haber una diferencia de aproximadamente 14 días entre el límite inferior y el superior, lo cual sin duda constituye un intervalo de incerteza importante para la predicción del parto en la

perra (Luvoni y Beccaglia, 2006). Según Michel *et al.* (2011), la estimación más precisa de la duración de la gestación canina considera el intervalo entre el alza pre-ovulatoria de LH y el parto, y es de  $65 \pm 1$  día.

En un estudio con perras de raza Beagle y ocupando el mismo criterio anterior, se informa que el largo gestacional varía en un rango de entre 61 a 71 días y que este se encontraría correlacionado positivamente con el momento en que se realiza la monta después del alza de LH. Montas realizadas a los 3, 5 y 7 días posteriores al alza de LH arrojaron valores de  $65.1 \pm 1.9$ ,  $65.5 \pm 1.9$  y  $68.0 \pm 1.8$  días, respectivamente (Shimatzu *et al.*, 2007).

Por otra parte, se describe que la duración de la gestación, considerando el inicio de esta como el aumento inicial de  $P_4$  sérica, es en promedio de 65 días; produciéndose el 67% de los partos dentro de  $\pm 1$  día desde el aumento inicial de  $P_4$ , el 90% dentro de  $\pm 2$  días, completándose el 100% de los partos dentro de  $\pm 3$  días (Kutzler *et al.*, 2003). Son *et al.* (2001), estimando como día de inicio de preñez un valor de  $P_4 > 4$  ng/ml, registraron gestaciones de  $63.2 \pm 0.8$  días (62-64) y  $63.4 \pm 0.5$  días (63-64) en perras Maltés y Yorkshire Terrier, respectivamente. Asimismo, en el estudio de Tsutsui *et al.* (2006) con perras de raza Beagle, donde se consideró un valor de  $P_4 > 2$  ng/ml como día de ovulación, se describe una correlación negativa entre el intervalo de días desde la monta al parto respecto al número de días desde estimada la ovulación a la monta, con una duración de gestación de  $63.9 \pm 0.2$  días.

El inicio del diestro citológico, en tanto estimador de la ovulación, también ha sido considerado como predictor del largo gestacional, señalándose una duración promedio de  $57.0 \pm 1$  día (Johnston *et al.*, 2001). Este método puede ser útil cuando no se dispone de determinaciones hormonales o bien cuando la monta ya ha ocurrido (Luvoni y Beccaglia, 2006).

Existe controversia en cuanto a los factores que pueden incidir en el lapso gestacional de la perra. Variables tales como edad de la madre, paridad, tamaño de camada y raza han sido analizados, observándose que la edad y la paridad no tienen efecto. El tamaño de la camada en perras con 4 o menos cachorros tiende a prolongar la gestación en alrededor de 24 horas comparado con perras con 5 o más cachorros; la raza, comparado con Labrador retrievers, las hembras Ovejero alemán, Golden retrievers y Hound tiene una mayor probabilidad de gestar por mayor tiempo (Eilts *et al.*, 2005).

En la raza Beagle, no se describe efecto del tamaño de camada y se corrobora que la paridad no tiene efecto sobre la duración de la preñez; sin embargo, se destaca que el largo gestacional tiende a ser aproximadamente un día más corto en hembras nulíparas que en múltiparas, sugiriendo que la ovulación en nulíparas podría ocurrir más temprano que en múltiparas (Seki *et al.*, 2010). Un estudio en Suecia en la raza Drever, arrojó que por cada cachorro adicional por sobre el promedio de la raza, la gestación se acorta en 0.25 días y por cada cachorro menos bajo el promedio de la raza, la gestación se alarga en 0.25 días (Bovic Gavrilovic *et al.*, 2008). Groppetti *et al.* (2015b), estudiando el efecto del tamaño de camada en la raza Ovejero Alemán, reportan que el largo gestacional es significativamente mayor en camadas con menor o igual a tres fetos, con una duración de  $66.6 \pm 1.8$  días.

En consideración con el efecto del tamaño de camada, resulta importante destacar que la gestación de un solo cachorro predispone a distocia y, por lo tanto, a muerte fetal debido a una estimulación uterina insuficiente y el gran tamaño del cachorro. Esta condición se conoce como síndrome de cachorro único (SCU) y se caracteriza por una gestación prolongada (>70 días) (Darvelid y Linde-Forsberg, 1994; Tibary y Memon, 2003). El SCU se explicaría por un feto que, al tener un mayor espacio uterino para su

desarrollo, se tarda más en experimentar el estrés requerido para desencadenar el parto (Feldman y Nelson, 1992).

Se ha postulado que el día de la monta tendría un efecto sobre la duración de la preñez, reportándose que montas 7 días después del alza de LH resultaron significativamente más largas que aquellas gestaciones originadas en montas más tempranas, de 3 a 5 días después del alza de LH (Shimatzu *et al.*, 2007). Por otra parte, existe un estudio donde se consideró el número de días entre la primera y la última cruza, observándose que las gestaciones resultaban significativamente más largas cuando dicho intervalo era de 5 o más días (Bovic Gavrilovic *et al.*, 2008).

## Parto

El parto de la perra se divide en tres fases o estadios, de los cuales los dos últimos se repiten para el nacimiento de cada cachorro (Linde-Forsberg, 2010). El primer estadio dura entre 6 y 12 horas y se caracteriza por relajación vaginal, dilatación cervical y contracciones uterinas intermitentes, generalmente sin signos de esfuerzo abdominal (Smith, 2007; Linde-Forsberg, 2010). La expulsión fetal ocurre durante el segundo estadio del parto, el cual puede tomar entre 3 y 12 horas y, excepcionalmente, hasta 24 horas, dependiendo del tamaño de la camada (Mosier, 1986; Linde-Forsberg y Eneroth, 1998; Linde-Forsberg, 2010). El tercer y último estadio se caracteriza por la expulsión de la placenta y la involución uterina, donde cada placenta es expelida después de cada cachorro o a veces dos o tres placentas son expulsadas después del nacimiento de dos o tres cachorros (Linde-Forsberg, 2010).

En cuanto a la duración del parto canino normal y el intervalo entre nacimientos, no existe pleno consenso dada la amplia variación observada (Luz, 2004); así, por ejemplo, se ha descrito un intervalo de nacimiento entre dos cachorros normales consecutivos de hasta 34 horas (Romagnoli *et al.*, 2004). En el parto normal, el intervalo más común

entre nacimientos consecutivos se encuentra en un rango entre 5 minutos y 2 horas (van der Weyden y Taverner, 1994; Linde-Forsberg y Eneroth, 1998). En términos generales se acepta que el parto debería completarse dentro de las 6 horas siguientes al inicio del segundo estadio y no extenderse más allá de 12 horas, considerando además que a mayor tiempo existe mayor riesgo de mortalidad fetal y riesgo para la madre (Jackson, 1995; Linde-Forsberg, 2010).

Desde un punto de vista endocrinológico, existe evidencia de que el útero canino es capaz de sintetizar prostaglandinas que probablemente contribuyen a la contractibilidad del miometrio durante el parto (Kowalewski, 2014), sugiriéndose, además, que los receptores oxitócicos estarían involucrados en la cascada de señalización para la síntesis de las mismas en el útero gestante (Gram *et al.*, 2014). Además, se ha descrito un descenso en las concentraciones séricas de leptina hacia el final de la gestación (Cardinali *et al.*, 2017), así como también la expresión de genes de leptina (Lep) y de receptores Lep en útero y placenta canina (Balogh *et al.*, 2015), postulándose que el sistema de señalización de Lep tendría un rol en el mecanismo de parto de esta especie.

### Predicción del Parto

La habilidad para determinar la edad gestacional y predecir el día del parto en la perra es de considerable importancia clínica (Luvoni y Beccaglia, 2006; Kim *et al.*, 2007; Lenard *et al.*, 2007; Beccaglia y Luvoni, 2012). Se destaca su especial valor en casos de gestaciones con riesgo de aborto, gestación prolongada, programación de cesárea o cuando la hembra cuenta con un historial de distocia (Lopate, 2008; Linde-Forsberg, 2010). El parto en la perra obedece a una serie de cambios endocrinos, gatillados por el feto, y que tienen como punto esencial un descenso en los niveles de  $P_4$  materna (Luz, 2004). Diversos estudios sugieren un importante rol del incremento de los glucocorticoides fetales

en la disminución de  $P_4$ , corticoesteroides que además guardan una relación directa con la madurez fetal (Bolt *et al.*, 2001; Vannuchi *et al.*, 2012).

La hipoprogesteronemia de la gestación tardía puede ser evaluada de forma directa a través de la medición de  $P_4$  sanguínea o de forma indirecta controlando el descenso de la temperatura rectal (Luz, 2004; Linde-Forsberg, 2010). Durante la fase final de la preñez y en respuesta a cambios endocrinos, asociados a un incremento del cortisol fetal, ocurre la luteolisis y la consiguiente disminución de los niveles de  $P_4$  sanguínea materna, con valores de entre 4 y 5 ng/ml hasta menos de 2 ng/ml 24 horas antes de la fase expulsiva del parto (Luz, 2004; Linde-Forsberg, 2010). Rota *et al.* (2015), evaluando la eficacia de una determinación de  $P_4$  para establecer el término de la preñez, señalan que concentraciones inferiores a 3.4 ng/ml permiten identificar a hembras que parirán dentro de 24 horas.

La  $P_4$  es una hormona con acción termogénica, que luego de su descenso por debajo de 2 ng/ml genera una hipotermia transitoria. La hipotermia, que puede ser evaluada vía rectal o vaginal, ocurre 8 a 24 horas antes de la fase expulsiva del parto (Linde-Forsberg, 2010; Geiser *et al.*, 2014). En razas miniatura la temperatura puede llegar a los 35 °C, en razas de talla media a 36 °C y en razas gigantes a 37 °C (Linde-Forsberg, 2010).

Recientemente, De Cramer y Nöthling (2017), utilizando la medición de LH,  $P_4$  y el inicio del diestro citológico como predictores de la fecha de parto, señalan que este último predictor peri-estral resultó ser el más preciso. Fue así que el inicio del diestro citológico tuvo una precisión de  $\pm 1$  día,  $\pm 2$  días y  $\pm 3$  días en 88, 99 y 100% de los casos, respectivamente, en 242 preñeces estudiadas. Cabe destacar que en este estudio se consideró como inicio de parto la dilatación cervical, evaluada mediante espéculo. Por otra parte,

Socha *et al.* (2012), comparando estos mismos predictores con fetometría fetal, describen que la mayor precisión se obtuvo mediante las mediciones ultrasonográficas.

Actualmente, tanto el diagnóstico de preñez como la estimación de la edad gestacional se realizan, preferentemente, mediante ultrasonografía. La identificación y medición de estructuras fetales y extrafetales se reconoce como la forma más precisa para predecir el día del parto en la perra, esto a partir de la 6ª a 7ª semana de preñez (Beccaglia y Luvoni, 2012).

Entre los parámetros ultrasonográficos que tienen una relación significativa con la edad gestacional, se destaca la medición del diámetro de la cavidad coriónica interna (CCI), utilizada durante la gestación temprana (<30 días) y la medición del diámetro biparietal (BP), utilizada a partir de la segunda mitad de la gestación (>30 días) (Linde-Forsberg, 2010; Beccaglia y Luvoni, 2012; Beccaglia *et al.*, 2016). Se han desarrollado ecuaciones para estimar los días antes del parto, habiéndose establecido para razas pequeñas (hasta 10 kg) y medianas (10.5 a 30 kg) (Luvoni y Beccaglia, 2006; Beccaglia *et al.*, 2008; Socha *et al.*, 2012), mientras que un factor de corrección ha sido sugerido para razas gigantes por Kutzler *et al.* (2003).

Comúnmente la CCI se identifica y mide entre la 4ª y 5ª semana de preñez, mientras que el BP es posible de evaluar desde la 5ª a la 9ª semana de preñez; describiéndose las siguientes ecuaciones para estimar los días antes del parto (*dap*) (Luvoni y Grioni, 2000; Beccaglia *et al.*, 2008):

- CCI en razas pequeñas:  $dap = (mm - 68.68) / 1.53$
- CCI en razas medianas:  $dap = (mm - 82.13) / 1.80$
- BP en razas pequeñas:  $dap = (mm - 25.11) / 0.61$
- BP en razas medianas:  $dap = (mm - 29.18) / 0.70$

Un desafío en las estimaciones de los *dap* es la precisión que arroja la medición, la que estaría influenciada por el momento de la preñez (día gestacional) en que se realiza

la medición. Se describe una precisión similar al medir CCI entre la 4ª y 5ª semana de preñez ( $\pm 1$  día); sin embargo, al medir BP, la precisión solo es similar al medir entre la 6ª y 7ª semana, pero decrece al realizar la medición entre la 7ª y 8ª semana comparada con la 6ª ( $\pm 2$  días) (Beccaglia y Luvoni, 2012).

Alonge *et al.* (2016), estudiando las curvas de crecimiento de CCI y BP en razas grandes (26-40 kg) y gigantes (>40 kg), describen a través de análisis lineal de regresión y ecuaciones derivadas de las curvas de crecimiento que estos parámetros pueden ser usados para la predicción de parto, teniendo mayor exactitud en la predicción de  $\pm 2$  días que  $\pm 1$  día; destacando que la predicción es menor en razas gigantes para camadas pequeñas, respecto de camadas de tamaño normal. Socha y Janowski (2017), comparando fórmulas de fetometría, basadas en CCI y BP específicas y no específicas para predicción de la fecha de parto en la raza Ovejero Alemán, señalan que la mayor exactitud estaría en  $\pm 2$  días, alcanzando valores de hasta 92.5%.

Complementariamente, durante la última semana de gestación se recomienda examinar otras estructuras fetales con el objeto de complementar la biometría y obtener información sobre el grado de madurez del feto; destacándose la observación de los intestinos fetales y peristaltismo a partir del día 57 de gestación (Yeager *et al.*, 1992; Linde-Forsberg, 2010; Beccaglia y Luvoni, 2012). Al respecto Gil *et al.* (2015) destacan que si bien, ultrasonográficamente, es posible evaluar el desarrollo intestinal y considerar esto como un indicador confiable del término de la organogénesis fetal, no debería ser considerado como el único parámetro para indicar la operación cesárea, debido a que la visualización de las paredes intestinales y peristaltismo no indicarían necesariamente la madurez funcional de estos órganos.

Otro parámetro, considerado fundamental para la predicción del parto, es la viabilidad fetal, evaluada a través de la frecuencia

cardíaca (FC), destacándose que el estrés fetal es diagnosticado por una reducción en la FC asociado a hipoxia (Kutzler *et al.*, 2003). FC entre 180 y 220 latidos por minuto (lpm) indican estrés fetal moderado y valores <180 lpm indican estrés fetal severo (Zone y Wanke, 2001). Asimismo, Gil *et al.* (2014) describen la presencia de oscilaciones en la FC fetal, con ritmos de aceleración y desaceleración, dentro de 6 a 1 hora previo a la fase de expulsión del parto.

Recientemente, Turner *et al.* (2016), evaluando el flujo sanguíneo de la arteria umbilical y la tasa cardíaca fetal (TCF), concluyeron que el análisis cuantitativo de la oscilación de la TCF puede ser utilizado como método auxiliar para la estimación del momento del parto en la perra. Variaciones mayores a 27.9% en la TCF con un índice de resistencia de la arteria umbilical menor a 0.7 en todos los fetos, indicarían que el parto ocurrirá en 12 horas.

#### LITERATURA CITADA

1. **Alonge S, Beccaglia M, Melandri M, Luvoni G. 2016.** Prediction of whelping date in large and giant canine breeds by ultrasonography foetal biometry. *J Small Anim Pract* 57: 479-484. doi: 10.1111/jsap.12534
2. **Badiand F, Fontbonne A, Marel C, Siliart B. 1993.** Fertilization time in the bitch in relation to plasma concentration of oestradiol, progesterone and luteinizing hormone and vaginal smears. *J Reprod Fert Suppl* 47: 63-67.
3. **Balogh O, Staub L, Gram A, Boos A, Kowalewski M, Reichler I. 2015.** Leptin in the canine uterus and placenta: possible implications in pregnancy. *Reprod Biol Endocrin* 13: 13. doi: 10.1186/s12958-015-0003-6
4. **Beccaglia M, Anastasi P, Grimaldi E, Rota A, Faustini M, Luvoni G. 2008.** Accuracy of the prediction of parturition date through ultrasonographic measurement of fetal parameters in the queen. *Vet Res Commun Suppl* 1 32: S99-S101. doi: 10.1007/s11259-008-9107-1
5. **Beccaglia M, Luvoni G. 2012.** Prediction of parturition in dogs and cats: accuracy at different gestational ages. *Reprod Dom Anim* 47: 194-196. doi: 10.1111/rda.12006
6. **Beccaglia M, Alonge S, Trovo C, Luvoni G. 2016.** Determination of gestation time and prediction of parturition in dogs and cats: an update. *Reprod Dom Anim* 51(Suppl 1): 12- 17. doi: 10.1111/rda.12782
7. **Bobic Gavrilovic B, Andersson K, Linde-Forsberg C. 2008.** Reproductive patterns in the domestic dog - a retrospective study of the Drever breed. *Theriogenology* 70: 783-794. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.051
8. **Bolt R, van Weissenbruch M, Lafeber H, Delamarre-van de Wall H. 2001.** Glucocorticoids and lung development in the fetus and preterm infant. *Pediatr Pulmonol* 32: 76-91. doi: 10.1002/ppul.1092
9. **Bouchard G, Solorzano N, Concannon P, Youngquist R, Bierschwal C. 1991.** Determination of ovulation time in bitches based on teasing, vaginal cytology, and ELISA for progesterone. *Theriogenology* 35: 603-611.
10. **Boyd J, Renton J, Harvey M, Nickson D, Eckersall P, Ferguson J. 1993.** Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation. *J Reprod Fert Suppl* 47: 1001-105.
11. **Cardinali L, Troisi A, Verstegen J, Menchetti L, Elad Ngonput A, Boiti C, Canello S, et al. 2017.** Serum concentrations dynamic of energy homeostasis hormones, leptin, insulin, thyroid hormones, and cortisol throughout canine pregnancy and lactation. *Theriogenology* 97: 154-158. doi:10.1016/j.theriogenology.-2017.04.040

12. **Concannon P, Whaley S, Lein D, Wissler R. 1983.** Canine gestation length: variation related to time of mating and fertile life of sperm. *Amer J Vet Res* 44: 1819-1821.
13. **Concannon P. 2011.** Reproductive cycles of the domestic bitch. *Anim Reprod Sci* 124: 200-210. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.028
14. **Darvelid A, Linde-Forsberg C. 1994.** Dystocia in the bitch: a retrospective study of 182 cases. *J Small Anim Pract* 35: 402-407. doi: 10.1111/j.1748-5827.1994.tb03863.x
15. **De Cramer K, Nöthling J. 2017.** The precision of peri-oestrus predictors of date of onset of parturition in the bitch. *Theriogenology* 96: 153-157. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.04.018
16. **Eilts B, Davidson A, Hosgood G, Paccamonti D, Baker D. 2005.** Factors affecting gestation in the bitch. *Theriogenology* 64: 242-251. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.11.007
17. **England G, Yeager A. 1993.** Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy. *J Reprod Fert Suppl* 47: 107-117.
18. **England G, Burgess C, Freeman S, Smith S, Pacey A. 2006.** Relationship between the fertile period and sperm transport in the bitch. *Theriogenology* 66: 1410-1418. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.025
19. **England G, Concannon P. 2001.** Determination of the optimal breeding time in the bitch: basic considerations. In: *Recent advances in small animal reproduction*. International Veterinary Information Service. [Internet]. Disponible en: URL: <http://www.ivis.org>
20. **Feldman E, Nelson R. 1992.** *Canine and feline endocrinology and reproduction*. 2<sup>nd</sup> ed. USA: WB Saunders. 785 p.
21. **Geiser B, Burfeind O, Heuwieser W, Arlt S. 2014.** Prediction of parturition in bitches utilizing continuous vaginal temperature measurement. *Reprod Dom Anim* 49: 109-114. doi: 10.1111/rda.12236
22. **Gil E, García D, Froes T. 2015.** *In utero* development of fetal intestine: sonographic evaluation and correlation with gestational age and fetal maturity in dogs. *Theriogenology* 84: 681-686. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.04.030
23. **Gil E, Garcia D, Giannico A, Froes T. 2014.** Canine fetal heart rate: do accelerations or decelerations predict the parturition day in bitches? *Theriogenology* 82: 933-941. doi: 10.1016/j.theriogenology.2014.04.025
24. **Gram A, Boos A, Kowalewski M. 2014.** Uterine and placental expression of canine oxytocin receptor during pregnancy and normal and induced parturition. *Reprod Dom Anim* 49 (Suppl 2): 41-49. doi: 10.1111/rda.12295
25. **Groppetti D, Aralla M, Bronzo V, Bosi G, Pecile A, Arrighi S. 2015a.** Perioovulatory time in the bitch: What's new to know? Comparison between ovarian histology and clinical features. *Anim Reprod Sci* 152: 108-116. doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.11.008
26. **Groppetti D, Vegetti F, Bronzo V, Pecile A. 2015b.** Breed-specific fetal biometry and factors affecting the prediction of whelping date in the German shepherd dog. *Anim Reprod Sci* 152: 117-122. doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.11.018
27. **Hafez E, Hafez B. 2002.** *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: McGraw-Hill Interamericana. 532 p.
28. **Hase M, Hori T, Kawakami E, Tsutsui T. 2000.** Plasma LH and progesterone levels before and after ovulation and observation of ovarian follicles by ultrasonographic diagnosis system in dogs. *J Vet Med Sci* 62: 243-248. doi: 10.1292/jvms.62.243
29. **Hoffmann B, Höveler R, Hasan S, Failing K. 1992.** Ovarian and pituitary function in dogs after hysterectomy. *J Reprod Fert* 96: 837-845.

30. **Jackson P. 1995.** Dystocia in the dog and cat. In: Handbook of veterinary obstetrics. London: WB Saunders. p 115-133.
31. **Johnston S, Root Kustritz M, Olson P. 2001.** Canine and feline theriogenology. USA: WB Saunders. 592 p.
32. **Karre I, Meyer-Lindenberg A, Urhausen C, Beineke A, Meinecke B, Piechotta M, et al. 2012.** Distribution and viability of spermatozoa in the canine female genital tract during post-ovulatory oocyte maturation. *Acta Vet Scand* 54: 49. doi: 10.1186/1751-0147-54-49
33. **Kawakami E, Kashiwagi C, Hori T, Tsutsui T. 2001.** Effects of canine oviduct epithelial cells on movement and capacitation of homologous spermatozoa *in vitro*. *Anim Reprod Sci* 68: 121-131. doi: 10.1016/S0378-4320(01)00135-X
34. **Kim Y, Travis A, Meyers-Wallen V. 2007.** Parturition prediction and timing of canine pregnancy. *Theriogenology* 68: 1177-1182. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.08.018
35. **Kowalewski M. 2014.** Luteal regression vs. prepartum luteolysis: Regulatory mechanisms governing canine corpus luteum function. *Reprod Biol* 14: 89-102. doi: 10.1016/j.repbio.2013.11.004
36. **Kutzler M, Mohammed H, Meyers-Wallen V. 2003.** Accuracy of canine parturition date prediction from the initial rise in preovulatory progesterone concentration. *Theriogenology* 60: 1187-1196. doi: 10.1016/S0093-691X(03)-00109-2
37. **Lenard Z, Hoppe B, Lester N, Richarson J, Robertson I. 2007.** Accuracy of prediction of canine litter size and gestational age with ultrasound. *Aust Vet J* 85: 222-225. doi: 10.1111/j.1751-0813.2007.00162.x
38. **Linde-Forsberg C, Eneroth A. 1998.** Parturition. In: Ed Simpson, England G, Harvey M (eds). *BSAVA Manual of small animal reproduction and neonatology*. England: BSAVA. p 127-142.
39. **Linde-Forsberg C. 2010.** Pregnancy diagnosis, normal pregnancy and parturition in the bitch. In: England G, von Heimendahl A (eds). *BSAVA Manual of canine and feline reproduction and neonatology*. 2<sup>nd</sup> ed. England: BSAVA. p 89-97.
40. **Lopate C. 2008.** Estimation of gestational age and assessment of canine fetal maturation using radiology and ultrasonography: a review. *Theriogenology* 70: 397-402. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.05.034
41. **Luvoni G, Beccaglia M. 2006.** The prediction of parturition date in canine pregnancy. *Reprod Domest Anim* 41: 27-32. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.-00641.x
42. **Luvoni G, Grioni A. 2000.** Determination of gestational age in medium and small size bitches using ultrasonography measurement of foetal structures. *J Small Anim Pract* 41: 292-294. doi: 10.1111/j.1748-5827.2000.-tb03204.x
43. **Luz M. 2004.** Parto en perras y gatas. En: Gobello C (ed). *Temas de reproducción de caninos y felinos por autores latinoamericanos*. Argentina: Gráfica Latina. p 237-248.
44. **Marseloo N, Fontbonne A, Bassu G, Rivière S, Leblanc B, Rault D, Biourge V, et al. 2004.** Comparison of ovarian ultrasonography with hormonal parameters for determination of the time of ovulation in bitches. *Proc 5<sup>th</sup> International Symposium on Canine Feline Reproduction*. Embu Das Artes, Brazil.
45. **Meyers-Wallen V. 1995.** The elective cesarean section. In: Bonagura J, Kirk R (eds). *Current veterinary therapy XII*. USA: WB Saunders. p 1085-1089.
46. **Michel E, Spörri M, Ohlerth S, Reichler I. 2011.** Prediction of parturition date in the bitch and queen. *Reprod Domest Anim* 46: 926-932. doi: 10.1111/j.1439-0531.2011.01763.x
47. **Mosier J. 1986.** Normal and abnormal parturition. In: Burke T (ed). *Small animal reproduction and infertility: a clinical approach to diagnosis and treatment*. USA: Lea & Febiger. p 335-345.

48. **Renton J, Boyd J, Eckersall P, Ferguson J, Harvey M, Ullaney J, Perry B. 1991.** Ovulation, fertilization and early embryonic development in the bitch (*Canis familiaris*). *J Reprod Fert* 93: 221-231.
49. **Reynaud K, Fontbonne A, Marseloo N, Thoumire S, Viaris de Lesegno C, Chastant-Maillard S. 2005.** *In vivo* meiotic resumption, fertilization and early embryonic development in the bitch. *Reproduction* 130: 193-201. doi: 10.1530/rep.1.00500
50. **Reynaud K, Fontbonne A, Marseloo N, Viaris de Lesegno C, Saint-Dizier M, Chastant-Maillard S. 2006.** *In vivo* canine oocyte maturation, fertilization and early embryogenesis: a review. *Theriogenology* 66: 1685-1693. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.049
51. **Romagnoli S, De Souza F, Rota A, Vannozzi I. 2004.** Prolonged interval between parturition of normal live pups in a bitch. *J Small Anim Pract* 45: 249-253. doi: 10.1111/j.1748-5827.2004.tb00231.x
52. **Rota A, Charles C, Starvaggi Cucuzza, Pregel P. 2015.** Diagnostic efficacy of a single progesterone determination to assess full-term pregnancy in the bitch. *Reprod Domest Anim* 50: 1028-1031. doi: 10.1111/rda.12631
53. **Schäfer-Somi S, Beceriklisoy H, Budik S, Kanca H, Aksoy O, Polat B, Cetin Y, et al. 2008.** Expression of genes in the canine pre-implantation uterus and embryo: implications for an active role of the embryo before and during invasion. *Reprod Domest Anim* 43: 656-663. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00966.x
54. **Seki M, Watanabe N, Ishii K, Kinoshita Y, Aihara T, Takeiri S, Otoi T. 2010.** Influence of parity and litter size on gestation length in beagle dogs. *Can J Vet Res* 74: 78-80.
55. **Shimatzu Y, Shimatsu H, Yuzawa H, Aruga K, Nakura M. 2007.** Effect of time for mating and gestation length on reproductive efficiency in dogs. *Reprod Domest Anim* 42: 664-665. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.00840.x
56. **Smith F. 2007.** Challenges in small animal parturition – Timing elective and emergency cesarian sections. *Theriogenology* 68: 348-353. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.04.041
57. **Socha P, Janowski T. 2017.** Comparison of three different fetometric formulas of ICC and BP for calculating the parturition date in a population of German Shepherd. *Theriogenology* 95: 48-53. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.02.026
58. **Socha P, Rudowska M, Janowski T. 2012.** Effectiveness of determining the parturition date in bitches using the ultrasonographic fetometry as compared to hormonal and cytological methods. *Pol J Vet Sci* 15: 447-453.
59. **Son C, Jeong K, Kim J, Park I, Kim S, Lee C. 2001.** Establishment of the prediction table of parturition day with ultrasonography in small pet dogs. *J Vet Med Sci* 63: 715-721.
60. **Songsasen N, Wildt D. 2007.** Oocyte biology and challenges in developing *in vitro* maturation systems in the domestic dog. *Anim Reprod Sci* 98: 2-22. doi: 10.1016/j.anireprosci.2006.10.004
61. **Thibault C, Levasseur MC, Hunter R. 1993.** *Reproduction in mammals and man.* France: Ellipses. 800 p.
62. **Tibary A, Memon M. 2003.** Pregnancy. In: Root Kustritz M (ed). *Small animal theriogenology.* USA: Elsevier. p 207-240.
63. **Tsutsui T. 1989.** Gamete physiology and timing of ovulation and fertilization in the dogs. *J Reprod Fert Suppl* 39: 269-275.
64. **Tsutsui T, Hori T, Kirihara N, Kawakami E, Concannon P. 2006.** Relation between mating or ovulation and the duration of gestation in dogs. *Theriogenology* 66: 1706-1708. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.011
65. **Turner A, Ayres D, Ueno E, Gonçalves M, Rodrigues T. 2016.** Assessment of umbilical artery flow and fetal heart rate to predict delivery time in bitches. *Theriogenology* 86: 1654-1661.

66. **van der Weyden G, Taverne M. 1994.** Aspects of obstetric care in the dog. *Vet Quart* 16: 20S-22S.
67. **Vannucchi C, Regazzi F, Barbosa M, Silva L, Veiga G, Lucio C, Angrimani D, et al. 2012.** Cortisol profile and clinical evaluation of canine neonates exposed antenatally to maternal treatment. *Reprod Domest Anim* 47 (Suppl 6): 173-176. doi: 10.1111/rda.12106
68. **Volkman D. 2006.** The effects of storage time and temperature and anti-coagulant on laboratory measurements of canine blood progesterone concentrations. *Theriogenology* 66: 1583-1586. doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.01.024
69. **Yeager A, Mohammed H, Meyer-Wallen V, Vannerson L, Concannon P. 1992.** Ultrasonographic appearance of the uterus, fetus and fetal membranes throughout accurately timed pregnancy in beagles. *Am J Vet Res* 53: 342-351.
70. **Zone M, Wanke M. 2001.** Diagnosis of canine fetal healthy by ultrasonography. *J Reprod Fert Suppl* 57: 216-219.