

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



**Adaptaciones bioquímicas y metabólicas en perras jóvenes y adultas
durante el segundo tercio de la gestación**

Por:

Daris Omayra Moreno Sanjur

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

**Adaptaciones bioquímicas y metabólicas en perras jóvenes y adultas
durante el segundo tercio de la gestación**

Por:

Daris Omayra Moreno Sanjur

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por:



MC. Carlos Raúl Rascón Díaz
Presidente



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Vocal



Dr. Juan Luis Morales Cruz
Vocal



MVZ. Daniela Divani Quintero Ruiz
Vocal suplente externo



MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

**Adaptaciones bioquímicas y metabólicas en perras jóvenes y adultas
durante el segundo tercio de gestación**

Por:

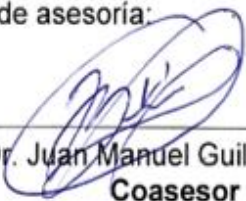
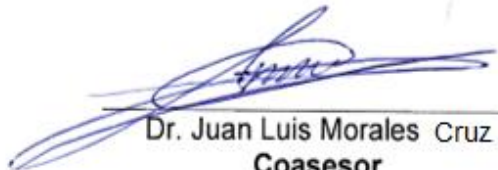
Daris Omayra Moreno Sanjur

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por el comité de asesoría:


MC. Carlos Raúl Rascón Díaz
Asesor Principal
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Coasesor
Dr. Juan Luis Morales Cruz
Coasesor
MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy Gracias a Dios por permitirme alcanzar este instante tan significativo en mi vida. Por proporcionarme la fortaleza, la paciencia y la perseverancia necesaria para superar cada uno de los desafíos que surgieron a lo largo de este trayecto, por guiarme hasta completar una de las metas más relevantes de mi formación profesional.

A mi familia por ser mi fundamento y mi respaldo.

A la universidad Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente en la carrera de medicina veterinaria y zootecnia, permitiéndome adquirir los conocimientos y experiencias que son parte esencial de mi vida profesional. Quiero expresar un agradecimiento especial a mis asesores Juan Manuel Guillen Muñoz, Carlos Rascón, Daniela Quintero y Juan Luis Morales por su orientación, su tiempo, su paciencia y por compartir sus saberes a lo largo de este proceso académico.

A mis amigos José Carlos Flores Villa, Itzel Baray Chacón y Belem del Carmen De Gracia Aguilar, quienes me brindaron un respaldo durante la carrera universitaria. De igual manera quiero expresar un profundo agradecimiento a mi novio, Carlos Julian Holguin Varela, quien, aunque llegó en una fase más reciente de este proceso, ha sido un apoyo crucial en esta etapa final. Su motivación y sus palabras alentadoras han sido un impulso valioso para alcanzar esta etapa. Asimismo, deseo manifestar mi sincero agradecimiento a aquellos que en algún momento estuvieron cerca en mi vida y aunque hoy nuestros caminos toman rumbos distintos, me

brindaron apoyo, comprensión y generosidad durante esta etapa de mi formación académica, Por último, pero no menos especial agradecer a mi perrita Harley, quien fue mi compañera fiel durante este tiempo. En momentos de agotamiento, estrés, su presencia fue un apoyo emocional invaluable. La manera tan genuina en la que estuvo a mi lado hizo este camino totalmente llevadero.

DEDICATORIA

A Dios,

Por ser mi guía y fortaleza en cada etapa. Porque sin el nada sería posible y todo lo que soy y he logrado se lo debo a su amor, su gracia y su dirección.

A mis abuelos, José Arodi Moreno Castillo y Gloria Concepción,

Por su amor y su apoyo incondicional. Gracias por sus valores, el cariño y las enseñanzas que me han acompañado a lo largo de mi vida.

Y, por último, a mi perrita Harley y a todos los animales que me han llevado a afianzar mi vocación por la medicina veterinaria y compromiso con el bienestar animal.

RESUMEN

Durante la gestación, las perras experimentan una serie de transformaciones debido a la necesidad de satisfacer demandas nutricionales y metabólicas del feto. La salud de la madre se encuentra directamente relacionada con el éxito reproductivo, por tanto, la comprensión de los cambios fisiológicos, hematológicos y metabólicos que ocurren durante la gestación es trascendental. Factores como la edad resultan determinantes en el fracaso del embarazo canino. El objetivo de esta investigación fue comparar las adaptaciones bioquímicas y metabólicas del segundo tercio de la gestación entre perras jóvenes (1-2 años) y adultas (>3 años) mediante un muestreo puntual al día 30. Se trató de un estudio observacional, transversal y descriptivo, con enfoque comparativo por edad, y se llevó a cabo en la Clínica Veterinaria REPROCAN. Se analizaron 14 perras diagnosticadas con 24 días de gestación mediante ultrasonido. Se distribuyeron en dos grupos según su edad: jóvenes y adultas. Previa autorización, se realizó exploración física y se tomaron muestras de sangre. Todos los procedimientos se realizaron con guantes estériles, siguiendo los lineamientos éticos y protocolos establecidos de bienestar animal. Los resultados muestran que, en la muestra analizada, las constantes fisiológicas (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, llenado capilar, condición corporal y temperatura) se encontraban dentro de los valores normales. Los parámetros del perfil renal (urea, nitrógeno ureico en sangre, creatinina y ácido úrico), electrolitos (sodio, potasio y cloro) y perfil hepático (aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, fosfatasa alcalina, gamma-glutamilttransferasa, albúmina) fueron determinados en concentraciones normales.

No hubo diferencias significativas entre los grupos de estudio. Se concluye que tanto las perras jóvenes como adultas experimentan adaptaciones fisiológicas, bioquímicas y metabólicas en el segundo tercio de la gestación que les permite mantener la homeostasis evidenciada a través de estabilidad en parámetros hemodinámicos y paraclínicos, específicamente los que se corresponden al perfil renal, perfil hepático y electrolítico.

Palabras clave: Gestación, Enzimas hepáticas, Electrolitos, Metabolitos

ABSTRACT

During gestation. Dogs undergo a series of physiological transformations driven by the nutritional and metabolic demands of the fetus.

Maternal health is directly related to reproductive success; therefore understanding the physiological, hematological, and metabolic changes that occur during gestation is crucial. Factors such as age play a decisive role in the failure of canine pregnancies. The objective of this study was to compare the biochemical and metabolic adaptations during the second third of gestation between young (1-2 years) and adult (>3 years) bitches using a single-time point sampling on day 30. This was observational, cross-sectional, and descriptive study with a comparative focus by age, conducted at the REPROCAN veterinary clinic. Fourteen female dogs diagnosed as being 24 days pregnant via ultrasound were analyzed. They were divided into two groups based on age: young and adult. After obtaining consent, a physical examination was performed, and blood samples were collected. All procedures were performed using sterile gloves, in accordance with established ethical guidelines and animal welfare protocols. The results show that, in the sample analyzed, the physiological parameters (heart rate, respiratory rate, capillary refill, body condition and temperature) were within normal ranges. The parameters of the renal profile (urea, blood urea nitrogen, creatinine and uric acid), electrolytes (sodium, potassium, and chloride), and hepatic profile (aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, alkaline phosphatase gamma-glutamyltransferase, and albumin) were found to be within normal ranges. There were no significant

differences between the study groups. It is concluded that both young and adult female dogs undergo physiological, biochemical, and metabolic adaptations during the second third of gestation that allow them to maintain homeostasis, as evidenced by stability in hemodynamic and paraclinical parameters, specifically those corresponding to renal, hepatic, and electrolyte profiles.

Keywords: Gestation, Hepatic enzymes, Electrolytes, Metabolites

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
HIPOTESIS	3
OBJETIVO	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1. Fisiología de las perras	4
2.2. Constantes fisiológicas en perras	4
2.2.1 Frecuencia respiratoria	4
2.2.2. Frecuencia cardíaca	5
2.2.3. Tiempo de llenado capilar	5
2.2.4. Temperatura corporal	5
2.3. Ciclo estral de la perra	5
2.3.1. Proestro	8
2.3.2. Estro	9
2.3.3. Metaestro.....	11
2.3.4. Diestro	11

2.4. Fisiología de la gestación.....	12
2.4.1. Regulación e Influencia hormonal	14
2.4.2. Cambios Fisiológicos por trimestre de gestación	18
2.4.3. Influencia de la edad	20
2.4.4. Efectos del envejecimiento ovárico	21
2.5. Cambios Bioquímicos durante la gestación	22
2.5.1. Adaptaciones Renales.....	22
2.5.2. Homeostasis Hidroeléctrica	23
2.5.3. Adaptaciones Hepáticas	24
2.6. Técnicas y diagnóstico de gestación.....	26
2.6.1. Ultrasonografía	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Área de estudio	29
3.2. Manejo de los animales	29
3.3. Constantes fisiológicas	30
3.4. Análisis estadístico.....	31
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIÓN	40
LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción hipotálamo-hipófisis-ovario durante la fase folicular de la perra modificado de Linder- Forsberg (2001).	6
Figura 2. Fases del ciclo canino.	7
Figura 3. Comportamiento de las hormonas en las diferentes fases del ciclo estral de la perra, modificado de Saleh y Shamkhi (2018).....	8
Figura 4. Representación esquemática de las variaciones hormonales durante el ciclo estral modificado de Linde-Forsberg (2001).	11
Figura 5. Factores que influyen en la duración de la gestación canina.	13
Figura 6. Modificaciones fisiológicas en perras relacionadas con la gestación	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de referencia del perfil renal en perras.	23
Cuadro 2. Valores de referencia del perfil hepático en perras.....	26
Cuadro 3. Constantes fisiológicas.	33
Cuadro 4. Perfil renal.....	33
Cuadro 5. Electrolitos.	33
Cuadro 6. Perfil hepático.	34

I. INTRODUCCIÓN

La gestación, la lactancia y el destete son etapas fisiológicas trascendentales en la vida de las perras (Pan et al., 2025). Durante la gestación, las perras experimentan una serie de transformaciones, debido a la necesidad de satisfacer demandas nutricionales y metabólicas del feto, cuyos sistemas hepático y renal se encuentran en plena maduración (Balogh et al., 2018; Hazzard & Kutzler, 2011; Ward Platt y Deshpande, 2005), aunado a cambios hormonales, el parto, la producción de leche y la posterior involución uterina (Arlt et al., 2023).

De acuerdo con la literatura, diferentes factores interindividuales e intraindividuales, como las diferencias interraciales, la acción de fármacos, la alimentación, el ejercicio, procesos patológicos y el envejecimiento, inciden en el metabolismo materno que se traducen en adaptaciones en los parámetros fisiológicos y bioquímicos (Arlt et al., 2023). Una de las modificaciones que tienen lugar en el embarazo canino está simbolizado por el incremento en el volumen sanguíneo, el cual puede oscilar de 25 % a 30 % (Kimberely et al., 2006).

La salud de la madre se encuentra directamente relacionada con el éxito reproductivo, por tanto, la comprensión de los cambios fisiológicos, hematológicos y metabólicos que ocurren durante la gestación es trascendental; las bajas concentraciones de creatinina durante la preñez enmascaran una disfunción renal, o la elevación fisiológica de diferentes parámetros inflamatorios, los cuales pueden llevar a interpretarlos como una enfermedad inflamatoria (Ottka et al., 2023).

Por lo que no sorprende que las principales causas del fracaso de la preñez

en perras incluyan trastornos endocrinos (principalmente hipoluteodismo), patologías infecciosas, enfermedades uterinas, fármacos exógenos; la edad, los defectos congénitos y trastornos genéticos. De hecho, la literatura describe que la edad se correlaciona positivamente con la insuficiencia lútea (Mantziaras & Zakosek Pipan, 2025).

Por otra parte, algunos reportes enfatizan que parámetros de laboratorio como creatinina, albúmina, nitrógeno ureico en sangre, fosfatasa alcalina y creatina quinasa pueden mostrar diferencias dependientes de la edad (Kimura & Kotani, 2018). La tasa de mortalidad canina, es decir, el número de cachorros recién nacidos muertos y los que mueren durante la primera semana, varía entre 8 % y 26 % (Smets et al., 2010), dejando en evidencia la importancia de realizar las evaluaciones pertinentes a las perras durante la gestación con el propósito de optimizar la salud materna y reducir la mortalidad de los cachorros.

Considerando tal premisa, se realiza el presente estudio en el que se comparan las adaptaciones fisiológicas, bioquímicas y metabólicas en perras que experimentan las perras jóvenes y adultas durante el segundo tercio de preñez.

HIPOTESIS

La edad materna influye en los parámetros en la gestación, de manera que perras adultas (>3 años) presentan diferencias significativas respecto de jóvenes (1-2 años) reflejando distintas adaptaciones fisiológicas.

OBJETIVO

Objetivo general

Comparar las adaptaciones bioquímicas y metabólicas del segundo tercio de la gestación entre perras jóvenes (1-2 años) y adultas (>3 años) mediante un muestreo puntual al día 30.

Objetivos específicos

Determinar los principales parámetros bioquímicos hepáticos (ALT, AST, FA, GGT, ALB) y renales (BUN, Urea, AU, Creatinina).

Evaluar las concentraciones séricas de electrolitos (Na, K, Cl) como indicadores del equilibrio metabólico.

Comparar los valores bioquímicos entre perras jóvenes (1-2 años) y adultas (>3 años).

Analizar las variaciones observadas en los parámetros bioquímicos como reflejo de las adaptaciones metabólicas propias del segundo tercio de la gestación.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Fisiología de las perras

“De los animales domésticos, la perra es una especie que presenta un modelo reproductivo biológicamente diferente” (Echeverría, 2005, p.1), son consideradas monoéstrica, no estacionales, politócicas y con ovulación espontánea. Cuentan con una fase lútea con una duración semejante o discretamente superior a la fase lútea de 64 días ($DE \pm 1$) de los 65 días ($DE \pm 1$) de la gestación; el cual va seguido de un periodo de anestro obligatorio antes del siguiente periodo de celo de 2 a 3 semanas. Los intervalos entre estros varían de 5 a 12 meses, por lo general de 6 a 7 meses (Concannon, 2011).

2.2. Constantes fisiológicas en perras

Las constantes fisiológicas de la perra son parámetros clínicos que permiten evaluar el estado general del animal y se describen a continuación. En el contexto del presente estudio, el registro de estas permite descartar alteraciones clínicas que pueden interferir con la interpretación de los parámetros bioquímicos y metabólicos evaluados.

2.2.1 Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria normal oscila entre 18 y 36 respiraciones por minuto en perras sin condición patológica (Ward et al., 2020).

2.2.2. Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca en perras sanas en edad reproductiva oscila entre 60 y 160 latidos por minuto. Tales valores se pueden ver modificados según la actividad física, la fase del ciclo estral y la presencia de estrés (Ward et al., 2020).

2.2.3. Tiempo de llenado capilar

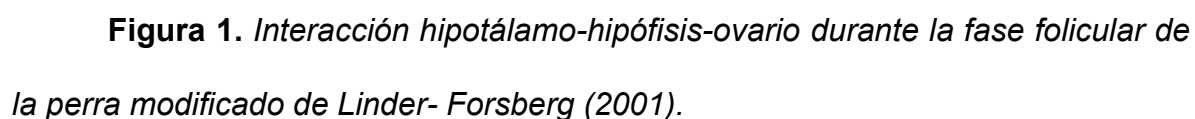
El llenado capilar es definido como el tiempo que lleva en volver el color a un lecho capilar incoloro mediante presión directa; se considera un indicador del estado intravascular (Chalifoux et al., 2021) ya que se correlaciona con otros indicadores clínicos como la presión arterial (Johnson, 2016). En perros, se explora en mucosas orales mediante presión con un dedo y se ha estipulado valor de referencia de 2 segundos (Chalifoux et al., 2021).

2.2.4. Temperatura corporal

En condiciones normales, las perras presentan temperatura que varía de 99,0 a 102,5 °F (Ward et al., 2020).

2.3. Ciclo estral de la perra

La raza de la perra tiene un efecto importante en la aparición del primer estro, el cual suele darse entre el primer y sexto mes de alcanzado el peso y estatura adulta (Echeverría, 2005). Algunos informes muestran que el estro puberal tiene lugar entre los 6 y 14 meses en la mayor parte de las razas, cuya media se correlaciona positivamente con el tamaño de la raza (Concannon, 2011). El ciclo



Las perras experimentan ciclos de por vida, y no atraviesan procesos menopáusicos, sin embargo, en edad avanzada pueden tener problemas de fertilidad que incluyen irregularidad en el ciclo, reabsorción fetal o parto distócico. En promedio, las perras inician un nuevo proestro cada 7 meses, mientras que el periodo entre estros cuenta con una duración aproximada de 5 a 10 meses (Echeverría, 2005). El ciclo estral canino se divide en cuatro fases principales que se presentan en la Figura 2. Cada una de las etapas está regulada por una compleja interacción endocrina; en la Figura 3 se observa el comportamiento dinámico de las principales hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona y LH) a lo largo del ciclo, lo que permite comprender la transición fisiológica de la perra hacia la gestación.

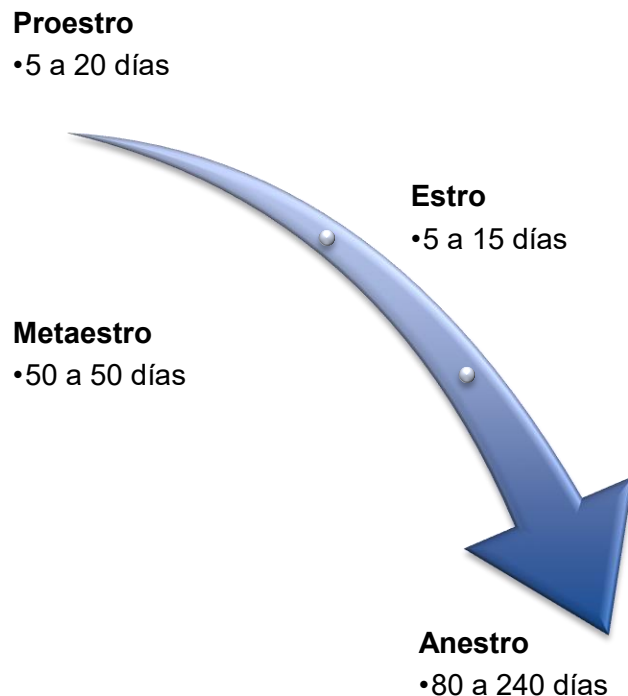


Figura 2. *Fases del ciclo canino.*

Nota. Elaboración propia a partir de datos aportados por Concannon (2011).

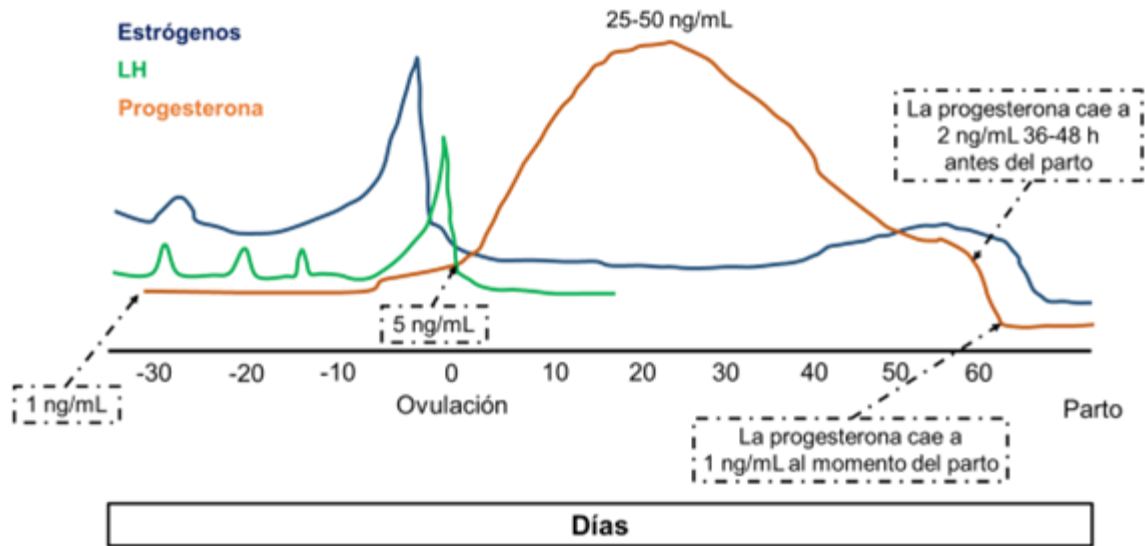


Figura 3. Comportamiento de las hormonas en las diferentes fases del ciclo estral de la perra, modificado de Saleh y Shamkhi (2018).

2.3.1. Proestro

Se produce cuando se presentan por primera vez los signos externos del incremento de estrogenización, como el edema y la secreción vulvar serosanguinolenta. Con una duración promedio de 9 días se caracteriza por aumento paulatino en el tamaño y la turgencia vulvar, la proliferación del epitelio vaginal, cornificación y edema; además, se produce un incremento en el número de células epiteliales en frotis vaginales y secreción de feromonas que atraen a los machos (Concannon, 2011).

Durante esta fase del ciclo estral hay predominio estrogénico, mismo que son sintetizados por los folículos ováricos. (En el anestro la hipófisis no activa la maduración folicular, esto se debe a que no hay suficiente estímulo gonadotrópico, ya que los residuos de la progesterona de la fase del diestro crean una sensibilidad al hipotálamo bloqueando los estímulos de FSH Y LH).

(Echeverría, 2005, p. 4).

El estradiol sérico se incrementa a lo largo del ciclo desde 5 a 15 pg/mL (20-55 mmol/L) al inicio, hasta alcanzar picos de 40 a 20 pg/mL con una media de 70 (150-450 mmol/L con una media de 255 mmol/L). Esta etapa culmina con el inicio de la conducta receptiva, la cual suele darse de 0,5 a 3 días después el pico de estradiol y un día después del pico preovulatorio de hormona luteinizante (Concannon, 2011).

El final del proestro e inicio del estro la progesterona sérica se eleva por encima de la meseta crítica de 0,5 ng/mL, al tiempo que los estrógenos disminuyen. Esto da origen a diferentes cambios que dan lugar al cuerpo lúteo, con modificaciones morfológicas y bioquímicas a nivel de las células de la teca interna y de la granulosa del folículo preovulatorio. Los efectos de los estrógenos al inicio y de la progesterona luego, la cobertura del útero cambia. El endometrio se prepara para la implantación y se hace evidente a través del aumento del espesor de la pared y la actividad glandular (Echeverría, 2005).

2.3.2. Estro

Según Concannon (2011), la receptividad proactiva a la monta de machos y la búsqueda de machos caracterizan el comportamiento estral. De acuerdo con Sánchez & Arias (2017), “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, 2011).

La combinación de la elevación de los niveles de progesterona en sangre junto con el declive de las concentraciones de estrógenos favorece dos eventos: el primero está dado por el cambio en la conducta de la hembra hacia el macho y el segundo por un “feed back” positivo hacia el hipotálamo e hipófisis, que se traduce en secreción de hormona foliculoestimulante y hormona luteinizante (Echeverría, 2005).

La duración del estro es muy variable, de 5 a 21 días, con una media de 9 días, sin embargo, puede persistir más allá del octavo día del estro fértil. Desde una perspectiva clínica, el estro se extiende hasta que la vagina no muestra una cornificación completa o máxima, sino una descamación regional extensa y adelgazamiento del epitelio con migración de neutrófilos hacia el lumen; dichos cambios suelen presentarse entre 6 y 11 días después del pico de hormona luteinizante (Concannon, 2011).

La determinación de progesterona es empleado como principal herramienta para estimar la ovulación de la perra puesto que se encuentra estrechamente asociada con los cambios preovulatorios de hormona luteinizante (Sánchez & Arias, 2017). Los cambios hormonales que se presentan durante el ciclo estral canino permiten identificar el periodo fértil en la perra. Dichas variaciones se muestran en la Figura 4.

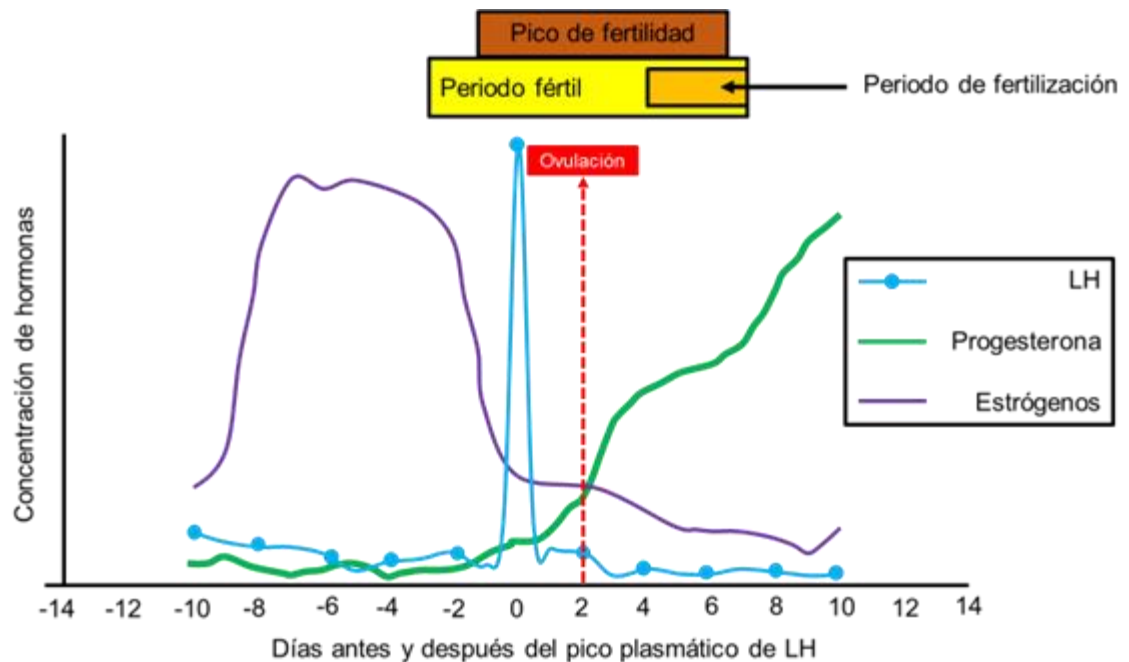


Figura 4. Representación esquemática de las variaciones hormonales durante el ciclo estral modificado de Linde-Forsberg (2001).

2.3.3. Metaestro

El metaestro es la etapa post estral de la fase lútea. De acuerdo con el reflejo conductual, se corresponde con el inicio del cese del comportamiento estral. En lo que respecta a la perspectiva morfológica, el metaestro comienza al evidenciar un frotis o una mucosa vaginal de metaestro, hecho que se produce entre los 6 y 11 días (Concannon, 2011).

2.3.4. Diestro

Su inicio se da post cópula, en el que la hembra adopta nuevamente el comportamiento de rechazo hacia el macho. Está relacionada con actividad del cuerpo lúteo y se mantiene por todo el periodo en el que los niveles de progesterona

se mantienen por encima de 2 ng/mL. La duración de esta fase varía de 56 a 58 días en perras preñadas y entre 60 y 80 días en hembras no gestantes (Echeverría, 2005).

El anestro es una etapa descrita por autores como Concannon (2011) quien expone que es una fase “obligada”, cuya duración mínima es de 7 semanas después que se produce el descenso de progesterona por debajo de 1-2 ng/mL. Se caracteriza por ausencia de actividad ovárica (Concannon, 2011). Transcurre entre la fase lútea y el inicio de la próxima fase folicular; inicia con el parto y termina en el proestro; se caracteriza por la involución uterina, se trata del periodo de reposo reproductivo en el que se dan fluctuaciones hormonales (Echeverría, 2005).¹

2.4. Fisiología de la gestación

La gestación en mamíferos es un proceso biológico que se extiende entre la fecundación y el parto. En las perras, la duración de la preñez, tomando en cuenta el intervalo desde el alza preovulatoria de hormona luteinizante hasta el parto, se ha estimado en 65 días (DE ± 1). No obstante, el rango del lapso gestacional de la perra a término ha sido descrito entre los 57 y 72 días (Sánchez & Arias, 2017).

Ciertos factores pueden influir en el lapso gestacional, estos se detallan en la Figura 5.

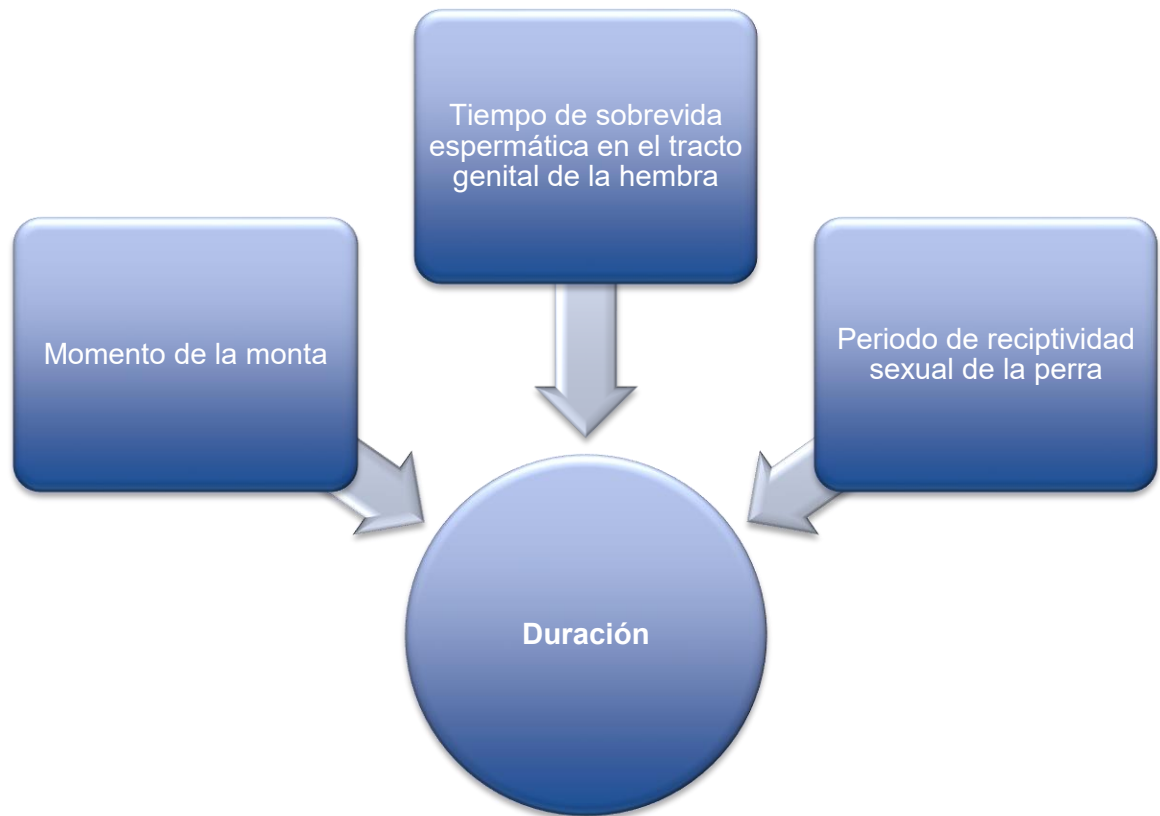


Figura 5. Factores que influyen en la duración de la gestación canina.

Nota. Elaboración propia a partir de datos aportados por Sánchez & Arias (2017).

Aun así, la mayor parte de la literatura concuerda en afirmar que la gestación canina tiene una duración promedio de 63 días (Arlt et al., 2023; Fusi et al., 2021; Simões et al., 2016), y representa un periodo en el que tienen lugar un cúmulo de adaptaciones sistémicas que se producen con el propósito de favorecer tanto el desarrollo fetal como la homeostasis materna (Arlt et al., 2023). A lo largo de este

periodo, se producen cambios fisiológicos que pueden provocar distintas variaciones en parámetros clínicos y de laboratorio. Tales adaptaciones son una respuesta a interacciones endocrinas, neurológicas e inmunológicas que permiten al cuerpo de la perra adecuarse a las demandas de la gestación (Ottka et al., 2023).

Stornelli & Stornelli (2001) exponen que “La hembra preñada sufre una serie de modificaciones fisiológicas que permiten adaptar las funciones orgánicas al estado gestacional” (p. 23).

Desde la perspectiva inmunológica, la gestación se relaciona con un estado proinflamatorio que se hace más evidente durante las fases iniciales, favoreciendo procesos como la implantación embrionaria y el establecimiento de la placentación. La evidencia muestra que, en el transcurso de las primeras semanas de preñez, se incrementa la actividad del sistema inmunológico de las perras con la finalidad de proteger al feto, y debido al efecto de los estrógenos y progesterona se incrementan los niveles de interleucina 6, además de tener mayor población de leucocitos circulantes en sangre (Holst et al., 2019).

2.4.1. Regulación e Influencia hormonal

La preñez canina posee características en la que cada secuencia hormonal cuenta con un papel trascendental (Fusi & Veronesi, 2022). Siendo pertinente, se destaca que la gestación canina depende de la esteroidogénesis que se da a nivel lúteo para la producción de progesterona (Jungmann et al., 2024).

Particularmente, se ha documentado que los niveles de progesterona son similares en gestantes y no gestantes, por lo que el mecanismo de regulación de la

preñez no ha sido dilucidado por completo. Luego de la implantación, se produce un incremento tanto en la secreción de relaxina, como en la producción de progesterona por el cuerpo lúteo y sus concentraciones se mantienen elevadas durante casi toda la gestación (Simões et al., 2016; Verstegen-Onclin & Verstegen, 2008).

Debe indicarse que la progesterona es una hormona fundamental para mantener la gestación (Concannon & Verstegen, 2004), además, no se han identificado fuentes placentarias de progesterona (Jungmann et al., 2024; Verstegen-Onclin & Verstegen, 2008). Las concentraciones deben ser de 2 ng/mL para cumplir con funciones como la diferenciación del endometrio, la secreción de la glándula endometrial, la fijación placentaria y supresión de la contractilidad uterina (Verstegen-Onclin & Verstegen, 2008). Sin embargo, las secreciones plasmáticas de progesterona se reducen a menos de 2 ng/mL entre 36 y 48 horas antes del parto (Johnson, 2008; Simões et al., 2016), por lo que el hallazgo de una concentración alta indica que la perra aún no ha llegado a término (Johnson, 2008). Si consideramos que esta hormona permanece evaluada durante todos los trimestres de gestación, podríamos pensar que su función no está restringida únicamente a sostenimiento de la gestación, sino que podría extenderse a procesos de metabolismo maternos a medida que el organismo requiera ajustar la disponibilidad energética para el desarrollo de la camada.

Por otro lado, el aumento de la secreción de prolactina parece representar una respuesta al aumento de relaxina, y se da de forma independiente a la producción de estrógenos; estos últimos tienen un papel fundamental en el

mantenimiento de la función del cuerpo lúteo al estimular e incrementar la secreción y los receptores de progesterona. Con base a lo anterior los estrógenos junto a la progesterona podrían intervenir como moduladores en las respuestas metabólicas del organismo materno. Las concentraciones de prolactina se elevan a mediados de la preñez y se mantienen hasta la lactancia; aunque, sufre variaciones que limitan su uso diagnóstico (Verstegen-Onclin & Verstegen, 2008).

Por su parte, la relaxina, hormona producida por la placenta, se hace detectable en suero 20 días después del pico de la hormona luteinizante, alcanza el pico máximo entre 30 y 35 días después; y permanece alta durante toda la gestación hasta el parto o aborto, momento en el que disminuyen abruptamente (Johnson, 2008).

Esto se debe a que esta hormona se encarga de la preparación del canal del parto al actuar sobre el ligamento púbico, el útero gestante y el cuello uterino, favoreciendo el trabajo de parto (Nowak et al., 2018). La acción de las hormonas genera cambios en las perras durante la gestación. Los diferentes efectos se ven presentados en Figura 6.

Sistema respiratorio

- Aumento de la sensibilidad del centro respiratorio a la presión arterial de dióxido de carbono ($P_a \text{CO}_2$)
- Disminuye la resistencia pulmonar
- Aumento de conductancia de la vía aérea
- Aumento de un 20 % en el consumo de oxígeno
- Disminución de la capacidad residual funcional
- Disminución del volumen pulmonar total

Sistema cardiovascular

- Aumento del volumen sistólico
- Aumento de la frecuencia cardíaca
- Aumento del gasto cardíaco
- Disminución de la resistencia vascular periférica
- Aumento del volumen sanguíneo
- Disminución del hematocrito
- Disminución de la concentración de hemoglobina

Sistema gastrointestinal

- Disminución de motilidad gástrica
- Retardo en el vaciamiento gástrico
- Disminución del esfínter gastro-esofágico
- Aumento en la concentración de ácido clorhídrico
- Aumento en la concentración de enzimas en secreciones pancreáticas

Sistema endocrino

- Disminución en la sensibilidad a la insulina
- Aumento en la concentración de insulina en ayunas y postprandial
- Incremento en la producción endógena de glucosa

Figura 6. Modificaciones fisiológicas en perras relacionadas con la gestación

Nota. Elaboración propia a partir de datos aportados por Stornelli & Stornelli (2001), Concannon & Verstegen (2004) Batista et al. (2005), Abbott (2010), Moore et al. (2012), Simões et al. (2016), Balogh et al. (2018) y Ward et al. (2020).

En definitiva, la progesterona y estrógenos conducen a modificaciones en el medio interno de la perra, y esto no se traduce necesariamente en trastornos patológicos, sino que representan mecanismos de adaptación que buscan mantener la homeostasis y facilitar el desarrollo fetal (Batista et al., 2005).

2.4.2. Cambios Fisiológicos por trimestre de gestación

La gestación canina se divide en tres fases metabólicas bien definidas, cada una de las características singular que reflejan la capacidad de adaptación al desarrollo de los embriones y fetos.

2.4.2.1 La primera fase, fecundación e implantación (día 0-22)

Está caracterizada por el transporte y fijación embrionaria. Inicia en el ámpula del oviducto, permaneciendo 6 a 12 días hasta alcanzar de mórula tardía o blastocitos temprano; una vez en el útero no hay implantación inmediata, sino que atraviesa un periodo de flotación de 6 días y su nutrición depende únicamente de ácido láctico y cítrico (Esquivel Lacroix, 2007).

2.4.2.2. La segunda fase denominada, organogénesis y adaptación metabólica comprendida entre el día (22-45)

Es la etapa de consolidación anatómica y metabólica adaptativa entre la madre y los fetos a través de la placentación (Arlt et al., 2023). Proceso donde se forman hematomas marginales, que funciona como fuente de oxígeno y nutrientes indispensables para la formación de órganos fetales, aumentado rápidamente su

tamaño cada 7 días (Davidson, 2025).

A medida que los órganos fetales se forman se incrementa la demanda metabólica, orientada a mantener el crecimiento y desarrollo fetal movilizandore reservas maternas mediante rutas anabólicas específicas que inducen mayor catabolismo materno (Herrera, 2000). Todo está sincronía favorece al hígado a regular vías metabólicas como son la gluconeogénesis, la oxidación de ácidos grasos y la síntesis del glucógeno; moduladas por el incremento del cortisol, glucagón y la disminución de la insulina, generando una provisión continua de nutrientes en tejidos fetales (Fang et al., 2024).

Los cambios en el perfil renal materno durante esta etapa experimentan ajustes críticos procesando altos volúmenes de fluidos resultado de la expansión del sistema cardiovascular que aseguran la perfusión uteroplacentaria. Entre los cambios más notable está el volumen plasmático y la tasa de filtración glomerular que a su vez se relaciona con la reabsorción tubular favoreciendo la retención de sodio y de agua (Beers & Patel, 2020). El metabolismo electrolítico se ve alterado por la activación del sistema Renina- Angiotensina- Aldosterona (SRAA), inducido por la disminución resistencia vascular periférica hormonal, ocasionando un arrastre osmótico de agua hacia los espacios intracelular y extracelular de los mamíferos (Meena & Batool, 2026).

Consecuentemente a nivel renal hay mayor cantidad de bicarbonato, permitiendo el equilibrio acido-base, dando lugar a el inicio al funcionamiento excretor de riñón fetal y su participación en la regulación del líquido amniótico (Landoni,2023).

2.4.2.3. Fase de maduración fetal y alta presión metabólica (día 45- parto)

Periodo de máxima aceleración metabólica donde el cuerpo de la madre trabaja a limite para satisfacer las demandas energéticas nutricionales la camada. Fisiológicamente la perra empieza a gastar sus reservas, debido al espacio que ocupa el útero, el consumo de alimento es poco, pero frecuente por ello aumenta los requerimientos energéticos, proteicos y lipídicos especialmente el omega-3 (Ivanova & Georgiev, 2018).

En esta fase el sistema óseo de los fetos completa su mineralización haciéndolos visibles por medio de radiografías, así mismo el desarrollo de la dentición es un indicador clave asociado a la madurez fetal (Davidson, 2025; Esquivel Lacroix, 2007). Al mismo tiempo, los riñones de los fetos incrementan su actividad produciendo orina y modificando la composición del líquido amniótico evidenciando la función de sus órganos (Sahraei et al., 2024).

A medida que se acerca el parto la progesterona disminuye progresivamente, la liberación de prostaglandinas que modifican la placenta conjunta con el cortisol fetal que, ocasionando la reducción del espacio intrauterino, mientras que los estrógenos aumentan de manera gradual favoreciendo la relajación cervical y el inicio del parto (Kowalewski, 2023; Sahraei et al., 2024).

2.4.3. Influencia de la edad

La edad materna se considera uno de los factores que influyen en el desempeño reproductivo, reflejando el estado funcional y metabólico de los órganos de la madre y su descendencia (Llanera & Hine, 2021). En Mamíferos se ha

documentado que la fertilidad disminuye a medida que la edad avanza. En caninos se ha establecido que el periodo de reproducción optimo esta entre 2- 5 años; sin embargo, la mortalidad neonatal aumenta de manera progresiva con el pasar de los años, lo cual refleja el deterioro de la capacidad adaptativa de la madre (Fontaine,2026).

De manera adicional a medida que la edad avanza la edad de la hembra se relaciona con disminución en la camada, patologías uterinas degenerativas, menor capacidad adaptativa metabólica, que limita la eficiencia de los órganos como el hígado y el riñón para responder ante las altas demandas fisiológicas de la gestación (Hirano et al., 2025).

2.4.4. Efectos del envejecimiento ovárico

El envejecimiento ovárico se define como un proceso progresivo de agotamiento y deterioro funcional de los folículos primordiales, limitando la capacidad de reproducción (Liu et al., 2025). La hembra nace con una reserva misma que no se regenera, pero disminuye con la edad, ovulación, atresia folicular y cambios degenerativos, con la edad los ovocitos bajan su competencia en el desarrollo embrionario vinculado a alteraciones en la división meiótica, reducción de los telómeros y daño en el ADN mitocondrial (Hirano et al., 2025).

El proceso fisiopatológico más relacionados con el deterioro ovárico es el estrés oxidativo, mismo que se caracteriza por la acumulación reactiva de oxígeno que atrofian la estructura del ADN comprometiendo la homeostasis energética de la célula, dando lugar a la atresia folicular y favorece a el deterioro progresivo de la función de los ovarios (Llanera & Hine, 2021).

2.5. Cambios Bioquímicos durante la gestación

El perfil bioquímico permite valorar de forma indirecta los ajustes metabólicos y funcionales que experimenta el organismo materno durante el segundo tercio de gestación. Diversos estudios han descrito modificaciones en distintos analitos séricos como son la proteína C reactiva y fibrinógeno, disminución de proteínas séricas, elevación de lactato deshidrogenasa y colesterol, mientras que el nitrógeno ureico en sangre y creatinina tienden a encontrarse disminuidos (Lamm & Makloski, 2012). A partir de estas variaciones es posible relacionar los cambios observados en el perfil bioquímico con las adaptaciones renales, hepáticas y electrolíticas de la gestación.

2.5.1. Adaptaciones Renales

La función renal depende del cortisol mayormente, mismo que contribuye al mantenimiento del flujo sanguíneo y la tasa de filtración glomerular (TFG) ayudando a una correcta perfusión del órgano (Smets et al., 2010).

A medida que la gestación canina avanza, se incrementa el flujo sanguíneo renal a raíz de las modificaciones cardiovasculares propias de la preñez entre estas el aumento del gasto cardiaco de 30% hasta el 40% que sostiene una perfusión renal necesaria (Almeida et al., 2018).

Este mayor aporte sanguíneo permite que el riñón responda a la carga de desechos que generan los fetos provocando una hiperfiltración glomerular que incrementará con el pasar de los días favoreciendo a la depuración de productos nitrogenados como son la urea, creatinina, ácido úrico y BUN (Landoni, 2023).

Estas adaptaciones no ocurren de manera aisladas, sino que forman parte de un ajuste metabólico que la perra desarrolla para sostener el crecimiento fetal. En el cuadro 1., se muestran valores de referencia de parámetros del perfil renal.

Cuadro 1. *Valores de referencia del perfil renal en perras.*

Parámetro	Valor de referencia
Nitrógeno ureico en sangre	6-25 mg/dL
Creatinina	0,5-1,6 mg/dL

Nota. Elaboración propia a partir de datos aportados por Varun et al. (2023).

2.5.1.1. Efecto de las adaptaciones sobre la Bioquímica

Las adaptaciones renales están diseñadas para marcar efectos en la funcionabilidad y el metabolismo excretos del riñón, el cual debe trabajar a una capacidad mayor que en una perra no gestante. Según información ofrecida por Ilchyshyn et al. (2019) la urea y creatinina y el BUN son marcadores de la tasa de filtración glomerular para depurar de forma más eficiente del metabolismo materno-fetal. Pese a que la creatinina es utilizada ampliamente para evaluar la función renal en perros, durante la gestación no suelen mostrar alteraciones importantes en este parámetro; para optimizar su sensibilidad es necesario efectuar determinaciones seriadas. (Perondi et al., 2019). Bajo este mismo criterio; el ácido úrico se comporta semejante a la urea y creatinina ya que dependen del mismo proceso de filtración, sin embargo, al no ser un producto exclusivo del metabolismo proteico podría verse menos afectado que el resto de los metabolitos.

2.5.2. Homeostasis Hidroeléctrica

La preñez implica una regulación activa del balance hídrico y electrolítico materno,

siendo la progesterona responsable del aumento en la ventilación pulmonar que trae consigo una leve alcalosis compensada por el organismo materno con un aumento en el desecho del bicarbonato y la reabsorción de agua y sodio manteniendo la homeostasis materno- fetal en el segundo trimestre gestacional (Smets., et al,2010 & Landoni,2023).

Tanto en la gestación como en el parto, pueden registrarse variaciones en las concentraciones séricas de electrolitos como sodio y potasio, los cuales forman parte de la adaptación que sufre la perra, siempre que los valores se mantengan dentro de los rangos normales. Estas variaciones suelen ser más acentuadas en casos de distocia, mientras que en partos eutócicos tienen a mantenerse en valores más estables (Sánchez & Arias, 2017).

2.5.3. Adaptaciones Hepáticas

La medición de enzimas hepáticas permite valorar la integridad funcional de la membrana de los hepatocitos, el epitelio biliar y colestasis, convirtiéndose en una herramienta útil para observar los cambios metabólicos durante la gestación.

El hígado funciona como principal regulador en la degradación de carbohidratos, lípidos y proteínas, a medida que avanza la implantación eleva la producción de albumina y factores de coagulación como de las adaptaciones del organismo materno ante el desarrollo de la placentación (Concannon,2004).

A raíz del proceso de placentación el hígado materno produce y almacena glucógeno, además eleva la oxidación de glucosa tras la ingesta; modificaciones que permiten conservar el equilibrio fisiológico materno y aseguran

el suministro de sustratos energéticos a los fetos (Courtney Moore et al., 2012).

En etapas de alta demanda metabólica, la progesterona, el estradiol y cortisol provocan resistencia a la insulina disminuyendo la sensibilidad de los tejidos de la madre (Batista et al., 2005). En perras con grandes camadas el organismo incrementa los ácidos grasos no esterificados (NEFA) y cuerpos cetónicos (BHB) usados como fuente alternativa de energía que preservan el desarrollo y crecimiento de órganos fetales (Balogh et al., 2018).

2.5.3.1. Efectos de las adaptaciones sobre la Bioquímica

El aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) son habitualmente empleadas para evaluar función hepatocelular. La AST presenta mayor actividad a nivel renal, cardíaco y musculoesquelético que a nivel hepático; por el contrario, la mayor actividad de la ALT se da en el hígado, con base en las adaptaciones descritas, puede esperarse que las concentraciones séricas de estas enzimas se mantengan dentro de los rangos fisiológicos, al no existir evidencia de lesión hepatocelular asociado a este proceso, evidenciando la capacidad de adaptación materno los cambios metabólicos.

La fosfatasa alcalina, es una enzima utilizada para indicar el estado hepatobiliar, durante la preñez puede verse influenciada por la regulación hormonal y la actividad placentaria.

La albumina es un indicador de capacidad de síntesis hepática, por otra parte, a niveles séricos tiende a disminuir como consecuencia de la expansión de volumen plasmático.

La gamma-glutamilttransferasa se encuentra unida a la membrana de las células epiteliales biliares y hepatocitos. La enzima que es detectada a nivel sérico es de origen hepático por ello se debe considerar las adaptaciones fisiológicas propias de la preñez, ya que las modificaciones hormonales y funcionales del hígado pueden influir en su actividad. (Center, 2024; Lawrence & Steiner, 2017; Oikonomidis & Milne, 2023); en el Cuadro 2 se presentan los rangos de referencia de parámetros del perfil hepático.

Cuadro 2. *Valores de referencia del perfil hepático en perras.*

Parámetro	Valor de referencia
Aspartato aminotransferasa AST	10-109 U/L
Alanina aminotransferasa ALT	10-100 U/L
Gama-glutamilt transpeptidasa	<7 U/L
Albúmina	2,7-4,4 g/L

Nota. Elaboración propia a partir de datos aportados por Varun et al. (2023), y De Lorimier & Bernard (2017).

2.6. Técnicas y diagnóstico de gestación

2.6.1. Ultrasonografía

En la actualidad, tanto el diagnóstico como la estimación de la edad gestacional se realizan mediante estudio ultrasonográfico (Concannon & Verstegen, 2004; Sánchez & Arias, 2017). La ecografía es el estudio con mayor sensibilidad y fiabilidad en la detección de la gestación, la cual se debe intentar entre los 25 y 30 días después del pico de hormona luteinizante. Algunas estructuras pequeñas pueden ser visibles entre los 17 y 20 días después, cuando la exploración ultrasonográfica es realizada por un operador experto (Lamm & Makloski, 2012).

Mientras que, estructuras tanto fetales como extra fetales pueden ser visualizadas y medidas de forma precisa entre la sexta y séptima semana de gestación, permitiendo predecir la fecha probable de parto. Los parámetros ultrasonográficos que se relaciona con la edad gestacional incluyen la medición del diámetro de la cavidad coriónica interna y la medición del diámetro biparietal, utilizadas en la gestación temprana (<30 días) y en la segunda mitad de la gestación (>30 días), respectivamente (Sánchez & Arias, 2017).

Adicionalmente, otros parámetros deben ser examinados durante la última semana de embarazo, permitiendo completar la biometría y evaluar el estado de madurez fetal; estos incluyen la valoración de intestinos y peristaltismo, los cuales se hacen evidentes a partir del día 57 de la gestación, siendo considerado un marcador confiable del término de la organogénesis. Otro parámetro importante es la frecuencia cardíaca fetal, ya que una reducción de esta constante fisiológica es indicio de estrés fetal secundario a hipoxia.

Tenemos entonces que, la frecuencia cardíaca fetal debe ser >220 latidos por minuto; una frecuencia cardíaca de 180 a 220 latidos por minuto representa estrés moderado y una reducción a <180 latidos por minuto indican estrés fetal severo (Lamm & Makloski, 2012; Sánchez & Arias, 2017). Además, la presencia de variaciones en la frecuencia cardíaca fetal, con desaceleración y aceleración, se hacen presentes de 6 a 1 hora previa a la etapa de expulsión del parto (Sánchez & Arias, 2017).

Por otra parte, la palpación transabdominal puede permitir realizar el diagnóstico del embarazo entre los días 22 y 30 luego del pico de hormona

luteinizante, momento en el que los sacos gestacionales son palpables; en oportunidades, pueden palpase antes, sin embargo, esto no es tan fiable. Mientras que, la determinación de las concentraciones séricas de progesterona no es fiable para el diagnóstico de la gestación, debido a la prolongación de la fase lútea, independientes del embarazo; es decir, las concentraciones de progesterona aumentan con la gestación, pero son metabolizadas rápidamente por la placenta dando lugar a niveles séricos de esta hormona en valores similares a las de perras no gestantes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El presente estudio fue de tipo observacional, transversal y descriptivo, en un total de 14 ejemplares; con enfoque comparativo por edad, y se llevó a cabo en la Clínica Veterinaria REPROCAN, ubicada en Quinta Campestre Los Laureles, Fraccionamiento Viñedos, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México.

3.2. Manejo de los animales

Todas las maniobras de manipulación y toma de muestras fueron realizadas conforme a los lineamientos de bienestar animal establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-042-SSA2-2006, que regula los criterios sanitarios y de trato humanitario en centros veterinarios, y en la NOM-062-ZOO-1999, que establece las especificaciones técnicas para el cuidado y uso de animales en investigación.

Previo a cualquier procedimiento, el consentimiento informado propietarios, quienes fueron oportunamente informados sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a realizar, asegurando su participación voluntaria y el manejo adecuado de los animales. Fueron analizadas 14 perras gestantes de distintas edades y razas, quienes fueron diagnosticadas previamente con 24 días de gestación mediante ultrasonido utilizando un transductor abdominal.

3.3. Constantes fisiológicas

Se realizó una exploración física completa, evaluando signos vitales y parámetros clínicos. La frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria se midieron mediante auscultación con estetoscopio veterinario (HERGOM-RAPPAPORT), contabilizando latidos y respiraciones por minuto y detectando posibles alteraciones. La temperatura corporal se determinó vía rectal con termómetro digital de marca (Citizen). El llenado capilar (CRT, Capillary Refill Time) se evaluó presionando suavemente la encía en área no pigmentada hasta que se tornara pálida y se registró el tiempo en segundos que tarda en recuperar el color rosado normal; un valor mayor a 2 segundos es considerado perfusión periférica deficiente, según Chalifoux et al. (2021) y Johnson (2016). La condición corporal se determinó utilizando la escala de 1 a 5, donde 1 indica muy delgado, 3 corresponde al estado ideal y 5 revela obesidad (Laflamme, 1997). Todas las mediciones se realizaron en reposo, asegurando precisión, consistencia y bienestar animal.

Se realizó tricotomía del miembro anterior derecho mediante una máquina rasuradora de uso veterinario. Se realizó antisepsia de la zona mediante aplicación de alcohol etílico al 70 %, asegurando total cobertura del aire y se permitió su secado al aire. Se aplicó leve presión manual para facilitar la distensión de la vena cefálica para mejorar su visualización.

La venopunción se efectuó empleando una jeringa hipodérmica estéril, recolectando 3 mL de sangre, el cual fue transferido inmediatamente a un tubo sin anticoagulante. Posteriormente, se aplicó presión con gasa estéril para prevenir hematomas. Todos los procedimientos fueron realizados con guantes estériles,

siguiendo los lineamientos éticos y protocolos establecidos de bienestar animal.

Cada muestra fue identificada con nombre, raza, edad y fecha de muestreo, y fueron recogidas directamente en la clínica por personal del laboratorio Hemotec, garantizando las condiciones adecuadas de transporte. El análisis se efectuó mediante equipo automatizado vitro 350. Los estudios bioquímicos se realizaron el mismo día de la toma de muestra y los resultados fueron entregados aproximadamente dos horas después del procesamiento. Todo el procedimiento, desde la toma de muestra hasta la obtención de resultados, se llevó a cabo en una sola ocasión y dentro de la misma jornada.

Se determinaron parámetros bioquímicos correspondientes a tres grupos principales: perfil hepático (ALT, AST, GGT y albúmina), perfil renal (urea, BUN, creatinina y AU) y electrolitos séricos (Na, K y Cl). Los valores obtenidos fueron organizados y comparados entre los dos grupos de edad con el propósito de identificar diferencias relacionadas con la madurez fisiológica materna y los cambios bioquímicos propios de la gestación.

3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se realizaron considerando un diseño al azar con dos grupos independientes de perras jóvenes (1-2 años) y perras adultas (<3 años). Los resultados fueron expresados como media $\pm$ error estándar de la media. Previo al análisis inferencia, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene.

Para la comparación de medias entre ambos grupos se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes.

En aquellas variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad, se considero el uso de pruebas no paramétricas equivalentes. El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0.05$, mientras que aquellos valores entre 0.05 y 0.10 fueron considerados como tendencia.

El análisis estadístico se realizo utilizando el programa Rstudio versión 4.2.

IV. RESULTADOS

En el cuadro 3, se muestran los resultados relacionados a las constantes fisiológicas entre perras jóvenes (<3 años) y adultas (>3 años). No existió diferencia entre el peso de las perras jóvenes 17.97 ± 7.7 vs perras adultas 15.03 ± 8.6 ($P > 0.05$).

Cuadro 3. *Constantes fisiológicas.*

Variable	Jóvenes (n=7)	Adultas (n=7)	p
FC (LPM)	110.86 ± 21.1	118.29 ± 10.7	0.428
FR (RPM)	34.14 ± 5.1	34.86 ± 3.1	0.761
LLC (1-3)	2.0 ± 0.1	1.8 ± 0.2	0.253
CC (1-5)	3.0 ± 0.5	3.00 ± 0.7	0.762
Temp °C	38.6 ± 0.3	38.4 ± 0.3	0.232

Respecto al perfil renal y electrolitos no existió diferencia estadística ($P > 0.05$), se muestra en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. *Perfil renal.*

Variable	Jóvenes (n=7)	Adultas (n=7)	p
UREA (mg/dl)	40.29 ± 9.7	31.71 ± 11.6	0.191
BUN (mg/dl)	18.77 ± 4.5	14.77 ± 5.4	0.192
CREA (mg/dl)	0.89 ± 0.2	0.70 ± 0.1	0.143
AU (mg/dl)	0.50 ± 0.0	0.50 ± 0.0	1

Cuadro 5. *Electrolitos.*

Variable	Jóvenes (n=7)	Adultas (n=7)	p
Na (meq/L)	139.86 ± 4.8	136.71 ± 8.2	0.391
K (meq/L)	4.84 ± 0.4	4.91 ± 0.5	0.817
Cl (meq/L)	106.71 ± 2.9	106.14 ± 5.3	0.813

Finalmente, respecto al perfil hepático solo existió una tendencia ($P = 0.6$) en la variable GGT. Sin embargo, en las demás variables no existió diferencia estadística ($P > 0.05$; Cuadro 6).

Cuadro 6. Perfil hepático.

Variable	Jóvenes (n=7)	Adultas (n=7)	<i>p</i>
AST (U/L)	80.29±34.5	54.71±24.0	0.137
ALT (U/L)	43.5±24.5	33±15.8	0.701
FA (U/L)	284±208	106.0±132	0.259
GGT (U/L)	41.71±26.3	18.71±11.2	0.066*
ALB (mg/dL)	3.74±0.2	3.47±0.6	0.326

***Tendencia estadística ($P = 0.6$)**

V. DISCUSIÓN

En la cohorte de perras estudiadas en esta investigación se pudo verificar que no hay diferencia estadísticamente significativa en cuanto a las constantes fisiológicas, perfil renal, electrolitos y perfil hepático. Aun cuando se ha informado ampliamente de los efectos de la gestación en el estado hemodinámico y metabólico materno (Abbott, 2010; Almeida et al., 2018), dichos cambios no siempre son analizados mediante evaluaciones clínicas o bioquímicas, en especial durante esta etapa de la gestación.

Estos hallazgos sugieren que, alrededor del día 30 la progesterona alcanza concentraciones cercanas a su máximo fisiológico, actuando como principal regulador de las adaptaciones metabólicas maternas (Kowalewski, 2023; Simoes et al 2016). Esta hormona coordina diferentes mecanismos destinados a mantener un equilibrio en el organismo materno y garantizar el suministro de nutrientes, permitiendo que la mayoría de los analitos séricos se mantengan en sus intervalos referenciales, pese a la demanda metabólica fetal.

(Ward et al., 2020) señala que, en perras sanas, algunas de las adaptaciones cardiovasculares propias de la preñez ocurren sin provocar alteraciones en la frecuencia cardíaca y presión arterial lo que coincide con los resultados obtenidos.

En las perras analizadas, la frecuencia cardíaca se mantuvo en el rango normal, con una media de 110 latidos por minuto en jóvenes y 118 latidos por minuto en adultas, cifras que se encuentran por debajo de lo documentado por Cahua & Gavidia (2023) quienes evaluaron un conjunto de 124 perras gestantes encontrando

una media de frecuencia cardíaca de 136,4 latidos por minuto, siendo importante mencionar que el 70,9 % se encontraban con 55 días o más de gestación. Al analizar los resultados según el tiempo de gestación, se observó que el grupo de perras con embarazo entre 22 y 39 días presentó una frecuencia cardíaca de 109,7 latidos por minuto, cifra que se corresponde con los obtenidos en este estudio, lo que sugiere que el momento fisiológico de la gestación ejerce mayor influencia que la edad materna sobre estos parámetros

En una serie de 237 perros estudiados por Choi et al. (2011) se encontró que la frecuencia respiratoria se incrementa de manera significativa con la edad ($P < 0,001$), hallazgo que se contrapone a los datos recolectados en esta muestra. Variación que podría atribuirse a que todas las perras fueron evaluadas durante una misma etapa gestacional, disminuyendo la variabilidad fisiológica.

El llenado capilar en esta muestra de perras gestantes ha sido menor en adultas con 1,8 segundos, frente a 2,0 segundos en perras jóvenes, sin que esta diferencia conlleve significancia estadística; esto indica que ambos grupos contaban con adecuado estado circulatorio al momento de la evaluación y que la edad no modifica su condición hemodinámica (Chalifoux et al., 2021).

La condición corporal es un indicador tanto de la grasa corporal del animal como de la reserva energética con la que cuenta (Chun et al., 2019), a pesar de ser considerado un método subjetivo, ya que se realiza a través de la evaluación visual y palpación (Otsuji et al., 2016), se trata de un parámetro relevante que debe ser rutinariamente estudiado, especialmente en el contexto de la gestación canina, estado en el que se incrementan las demandas energéticas de la perra. En esta

investigación se ha verificado que la condición corporal de las gestantes fue ideal, de acuerdo con la clasificación propuesta por Laflamme (1997); este aspecto resulta fundamental para la salud materna, calidad de vida y su eficiencia reproductiva (Asociación Americana Hospitalaria de Animales, 2010), aspectos importantes que contribuyeron a minimizar factores de confusión relacionados con el estado nutricional y reservas energéticas.

Respecto a lo planteado por Kimberely et al. (2006) describe que la mayoría de los parámetros bioquímicos séricos experimentan una disminución durante la gestación en perras, sin embargo, la tendencia es a mantenerse dentro de los valores normales. Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con dicha tendencia, ya que la mayoría de las variables no mostraron diferencias significativas.

Particularmente, Ottka et al. (2023) lograron verificar en su investigación que las perras en gestación cuentan con concentraciones discretamente menores a otras fases del ciclo reproductivo. Estos hallazgos pueden explicarse por la hemodilución fisiológica que resulta del incremento del volumen sanguíneo documentado por otros autores (Kimberely et al., 2006) y a una redistribución de las proteínas. De forma semejante, en este estudio se observó que, aunque no hubo diferencias significativas en los valores de albúmina registrados en perras jóvenes y adultas, fue levemente menor en estas últimas (3,47 mg/dL vs. 3,74 mg/dL).

La actividad sérica de AST Y ALT permanecieron dentro de los rangos fisiológicos en ambos grupos coincidiendo con la evidencia disponible que señala que una gestación normal no ocasiona daños a nivel hepatocelular sin embargo lo

reportado por Varun et al. (2023) quienes analizaron un grupo de 20 perras durante la gestación media y tardía, encontrando que los parámetros bioquímicos fueron más bajos durante la mitad de la gestación, y los valores de creatinina y nitrógeno ureico en sangre se incrementan hacia el final de la gestación. En concordancia con los hallazgos acá descritos, Choi et al. (2011) informan que parámetros bioquímicos como los triglicéridos, el nitrógeno ureico en sangre, la alanina aminotransferasa y la creatinina no se ven modificados por la edad.

Contrario a lo expuesto en esta investigación, Kimura & Kotani (2018) revelan en su estudio que diferentes parámetros presentan variaciones con la edad, entre estos se encuentran la creatinina, nitrógeno ureico en sangre y fosfatasa alcalina, lo cual puede sugerir que la madurez de la perra en gestación puede influir en su funcionalismo renal y hepático. Mientras que los electrolitos, sodio, potasio, cloro, calcio y magnesio se mantuvieron estables durante toda la gestación. La evaluación realizada al día 30 podía explicar la ausencia de estas variaciones, ya que en esta etapa aún no se alcanzan la magnitud de las altas demandas metabólicas del último tercio de gestación.

A diferencia de los otros parámetros la gamma-glutamilttransferasa fue la única variable con diferencias estadísticas entre grupos etarios, no obstante, sus concentraciones se mantuvieron dentro de los intervalos de referencia, por lo que debe interpretarse con cautela ya que no estuvo acompañado de modificaciones en otros parámetros bioquímicos asociados a la función hepatobiliar, como la ALT, AST y albumina. Estos resultados sugieren que aunque se pueden presentar variaciones discretas en algunos analitos, la homeostasis se conserva durante el segundo tercio

de la gestación.

Para finalizar, es necesario enfatizar que la ausencia de diferencias significativas en los parámetros fisiológicos y bioquímicos acá evaluados puede ser el resultado de una adaptación metabólica eficiente de la madre durante el embarazo (Batista et al., 2005).

Martínez et al. (2016) manifiestan que, “la medida de determinadas magnitudes bioquímicas durante el embarazo es necesaria para el diagnóstico o exclusión de ciertas condiciones patológicas”. Pese a ello, Ruaux et al. (2012) argumentan que muchos analitos bioquímicos incluidos en paneles séricos de rutina presentan una alta individualidad, la cual está determinada por factores como el estado de salud y la edad, por lo que el uso de intervalos de referencia estándar puede pasar inadvertidas alteraciones patológicas.

Por lo que se estima fundamental que se realicen más investigaciones que aborden otros parámetros fisiológicos y bioquímicos en muestras más amplias, lo que permitirá consolidar mayor conocimiento que oriente al médico veterinario al brindar los cuidados y apoyo ambiental necesario para que las perras gestantes mantengan su salud fisiológica, metabólica y optimizar el bienestar animal.

VI. CONCLUSIÓN

Esta investigación ha permitido comparar las adaptaciones bioquímicas y metabólicas del segundo tercio de la gestación entre perras jóvenes (1-2 años) y adultas (>3 años) mediante un muestreo puntual al día 30, a través de la evaluación de parámetros fisiológicos, hepáticos, electrolíticos y renales.

En relación con las constantes fisiológicas (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, llenado capilar, condición corporal y temperatura), se observó que no hubo alteraciones; indicio de estabilidad clínica en ambos grupos.

Se determinaron los principales parámetros bioquímicos hepáticos (aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, fosfatasa alcalina, gamma-glutamilttransferasa, albúmina) y renales (urea, nitrógeno ureico en sangre, creatinina y ácido úrico), cuyos valores se encontraron dentro de los rangos fisiológicos de referencia. No se observaron alteraciones que indiquen compromiso metabólico hepático o renal en la muestra analizada.

Las concentraciones séricas de electrolitos (sodio, potasio y cloro) se encontraron en valores normales, dando cuenta del equilibrio hidroelectrolítico de las perras indistintamente del rango etario de estas.

Al comparar los valores bioquímicos entre perras jóvenes (1-2 años) y adultas (>3 años), se evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en los parámetros estudiados. Pese a que se observó una tendencia en las concentraciones de gamma-glutamilttransferasa, esta no resultó estadísticamente significativa.

En cuanto a las variaciones observadas en los parámetros bioquímicos como reflejo de las adaptaciones metabólicas propias del segundo tercio de la gestación, los resultados de esta investigación muestran que las perras jóvenes y adultas presentan una apropiada adaptación en esta etapa del embarazo.

En definitiva, las perras en gestación, tanto jóvenes como adultas, experimentan adaptaciones fisiológicas, bioquímicas y metabólicas en el segundo tercio de la gestación que les permite mantener la homeostasis evidenciada a través de estabilidad en parámetros hemodinámicos y paraclínicos, específicamente los que se corresponden al perfil renal, perfil hepático y electrolítico.VII.

LITERATURA CITADA

- Abbott, J. A. (2010). The effect of pregnancy on echocardiographic variables in healthy bitches. *Journal of Veterinary Cardiology*, 12, 123-128. Doi: 10.1016/j.jvc.2010.02.001.
- Ahrari khafi, M. S., Mogheiseh, A., Salavati, S., & Karimi, S. (2018). Angiografía de los vasos ováricos y uterinos del perro. *Ciencia de la reproducción animal*, 195, 329-333. Doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.06.013.
- Almeida, V. T., Uscategui, R. A. R., Camacho, A. A., Sousa, M. G., Santos, V. J. C., Maronezi, M. C., Vicente, W. R. R., & Feliciano, M. A. R. (2018). Influence of estrous cycle and gestation on cardiovascular system of bitches. *Animal Reproduction Science*, 192, 35-43. Doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.02.006.
- Arlt, S. P., Ottka, C., Lohi, H., Hinderer, J., Lüdeke, J., Müller, E., Weber, C., Kohn, B., & Bartel, A. (2023). Metabolomics during canine pregnancy and lactation. *PLOS ONE*, 18(5), 1-15. Doi: 10.1371/journal.pone.0284570.
- Asociación Americana Hospitalaria de Animales. (2010). *Guías para la Evaluación Nutricional de perros y gatos de la Asociación Americana Hospitalaria de Animales (AAHA)*.
- Balogh, O., Bruckmaier, R., Keller, S., & Reichler, I. M. (2018). Effect of maternal metabolism on fetal supply: Glucose, non-esterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate concentrations in canine maternal serum and fetal fluids at term pregnancy. *Animal Reproduction Science*. Doi:

10.1016/j.anireprosci.2018.04.072.

Batista, M. R., Smith, M. S., Snead, W. L., Connolly, C. C., Lacy, D. B., & Moore, M. C. (2005). Chronic estradiol and progesterone treatment in conscious dogs: Effects on insulin sensitivity and response to hypoglycemia. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 289(4), 1-21. Doi: 10.1152/ajpregu.00311.2005.

Beers, K., y Patel, N. (2020). Kidney physiology in pregnancy. *Advances in chronic kidney disease*, 27(6), 449-454. Doi: 10.1053/j.ackd.2020.07.006.

Cahua, J., & Gavidia, C. (2023). Presión arterial y frecuencia cardiaca en perras gestantes y no gestantes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), 1-9. Doi: 10.15381/rivep.v34i1.22949.

Center, S. (2024). *Actividad enzimática en la enfermedad hepática en pequeños animales—Aparato digestivo*. Manual de veterinaria de MSD.

Chalifoux, N., Spielvogel, C., Stefanovski, D., & Silverstein, D. (2021). Standardized capillary refill time and relation to clinical parameters in hospitalized dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 31, 585-594. Doi: 10.1111/vec.13088.

Choi, S.-Y., Hwang, J.-S., Kim, I.-H., Hwang, D.-Y., & Kang, H.-G. (2011). Basic data on the hematology, serum biochemistry, urology, and organ weights of beagle dogs. *Laboratory Animal Research*, 27(4), 283-291. Doi: 10.5625/lar.2011.27.4.283.

- Chun, J. L., Bang, H. T., Ji, S. Y., Jeong, J. Y., Kim, M., Kim, B., Lee, S. D., Lee, Y. K., Reddy, K. E., & Kim, K. H. (2019). A simple method to evaluate body condition score to maintain the optimal body weight in dogs. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(6), 366-370. Doi: 10.5187/jast.2019.61.6.366.
- Concannon, P. W. (2011). Reproductive cycles of the domestic bitch. *Animal Reproduction Science*, 200-210. Doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.028.
- Concannon, P., & Verstegen, J. (2004). Pregnancy Management in Dogs and Cats. *VIN.com*, 6-9.
- De Lorimier, L. P., & Bernard, S. (2017). Marked serum GGT elevations in two dogs with renal carcinoma. *Journal of Small Animal Practice*, 58(3), 187-187. Doi: 10.1111/jsap.12645.
- Echeverría, J. (2005). Aspectos farmacológicos en el manejo reproductivo de la perra. Revisión bibliográfica. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 6(3), 1-21.
- Fusi, J., & Veronesi, M. C. (2022). Canine parturition: ¿What is known about the hormonal setting? *Domestic Animal Endocrinology*, 78, 1-6. Doi: 10.1016/j.domaniend.2021.106687.
- Fusi, J., Peric, T., Probo, M., Cotticelli, A., Faustini, M., & Veronesi, M. C. (2021). How stressful is maternity? Study about cortisol and dehydroepiandrosterone-sulfate coat and claws concentrations in female dogs from mating to 60 days post-partum. *Animals : an Open Access Journal*

from *MDPI*, 11(6), 1-11. Doi: 10.3390/ani11061632.

- Hazzard, T., & Kutzler, M. (2011). Late gestation hematology and serum biochemistry ranges in the canine fetus. *Clinical Theriogenology*, 3(3), 68-75.
- Herrera, E. (2000). Metabolic adaptations in pregnancy and their implications for the availability of substrates to the fetus. *European journal of clinical nutrition*, 54 (Suppl. 1), S47-S51. Doi: 10.1038/sj.ejcn.1600984.
- Holst, B. S., Gustavsson, M. H., Johannisson, A., Hillström, A., Strage, E., Olsson, U., Axné, E., & Lilliehöök, I. (2019). Inflammatory changes during canine pregnancy. *Theriogenology*, 125, 285-292. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.11.016.
- Ilchyshyn, N. P., Villiers, E., & Monti, P. (2019). Validation of a spectrophotometric method for GGT measurement in canine urine and determination of the urine GGT-to-creatinine ratio reference interval and biological variation in 41 healthy dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 31(1), 33-39. Doi: 10.1177/1040638718812927.
- Inanova, c., y Georgiev, P. (2018). Pregnancy in the bitch – a physiological condition requiring specific care – review. *Tradition and modernity in veterinary medicine*, 3(1), 77-82.
- Johnson, C. A. (2008). Pregnancy management in the bitch. *Theriogenology*, 70, 1412-1417. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.09.009.

- Johnson, P. (2016). Practical assessment of volume status in daily practice. *Topics in Companion Animal Medicine*, 31, 86-93. Doi: 10.1053/j.tcam.2016.08.002.
- Jungmann, C., Dyhrberg Haubuff, S., Packeiser, E.-M., Körber, H., Reichler, I. M., Balogh, O., Mazzuoli-Weber, G., & Goericke-Pesch, S. (2024). Insights into the role of PGF2 α in canine periparturient myometrium. *Frontiers in Physiology*, 15, 1-14. Doi: 10.3389/fphys.2024.1392080.
- Kimberely, E. T., Casal, M. L., Haskins, M. E., Kustritz, M. V. R., Kilty, C., & Voll, M. (2006). Effects of pregnancy on complete blood cell counts and serum biochemical profiles in dogs. *Theriogenology*, 66, 670.
- Kimura, T., & Kotani, K. (2018). Perinatal veterinary medicine-related evaluation in hematological and serum biochemical profiles of experimental beagles throughout pregnancy and parturition. *Animal Models and Experimental Medicine*, 1(4), 282-294. Doi: 10.1002/ame2.12043.
- Kowalewski, M. P. (2023). Advances in understanding canine pregnancy: Endocrine and morpho-functional regulation. *Reproduction in Domestic Animals*, 58(S2), 163-175. Doi: 10.1111/rda.14443.
- Laflamme, D. (1997). Developmental and validation of a body condition score system for dog. *Canine Practice*, 22, 10-15.
- Lamm, C. G., & Makloski, C. L. (2012). Current advances in gestation and parturition in cats and dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 42, 445-456. Doi: 10.1016/j.cvsm.2012.01.010.

- Landoni, M. F. (2023). Uso de fármacos en la hembra canina preñada. *Revista veterinaria*, 34(1), 67-80. Doi: 10.30972/vet.3416613.
- Lawrence, & A., & Steiner, J. M. (2017). Laboratory evaluation of the liver. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47(3), 539-553. Doi: 10.1016/j.cvsm.2016.11.005.
- Linde-forsberg, C., Forsberg, M. (1989). Fertility in dogs in relation to semen quality and the time and site of insemination with fresh and frozen semen. *J Reprod Fertil Suppl.* 39: 299-310.
- Linde-forsberg, C., Ström Holst, B., Govette, G. (1999). Comparison of fertility data from vaginal vs. intrauterine insemination of frozen-thawed dog semen: a retrospective study. *Theriogenology*. 52: 11-23.
- Llarena, N., y Hine, C. (2021). Reproductive longevity and aging: geroscience approaches to maintain long-term ovarian fitness. *The journals of gerontology: series A*, 76(9), 1551-1560.
- Mantziaras, G., & Zakosek Pipan, M. (2025). "My Bitch Is Empty!" An Overview of the Reasons for Pregnancy Loss in Dogs. *Veterinary Sciences*, 12(2), 1-27. Doi: 10.3390/vetsci12020127.
- Martínez, L. E., Martínez, J., Gutiérrez, I., López, Á., García, L., & Albaladejo, M. D. (2016). Intervalos de referencia de ácido úrico en suero durante la gestación. *Revista del Laboratorio Clínico*, 9(2), 35-39. Doi: 10.1016/j.labcli.2016.02.002

- Meena, P., y Batool, A. (2026). Electrolyte homeostasis in pregnancy: from physiological adaptations to clinical disturbances – a nephrologist's perspective.
- Moore, M. C., Smith, M. S., & Connolly, C. C. (2012). Pregnancy augments hepatic glucose storage in response to a mixed meal. *The British journal of nutrition*, 107(4), 493-503. Doi: 10.1017/S0007114511003187.
- Nowak, M., Boos, A., & Kowalewski, M. P. (2018). Luteal and hypophyseal expression of the canine relaxin (RLN) system during pregnancy: Implications for luteotropic function. *PLoS ONE*, 13(1), e0191374. Doi: 10.1371/journal.pone.0191374.
- Oikonomidis, I., & Milne, E. (2023). Clinical enzymology of the dog and cat. *Australian Veterinary Journal*, 101(12), 465-478. Doi: 10.1111/avj.13291.
- Otsuji, K., Koizumi, A., Kobayashi, N., Suzuki, M., Furukawa, N., Kusumi, A., & Kobayashi, T. (2016). The effectiveness of the body condition score model for the nutritional assessment in dogs. *Journal of Pet Animal Nutrition*, 19(1), 15-20.
- Ottka, C., Vapalahti, K., Arlt, S. P., Bartel, A., & Lohi, H. (2023). The metabolic differences of anestrus, heat, pregnancy, pseudopregnancy, and lactation in 800 female dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1-12. Doi: 10.3389/fvets.2023.1105113.
- Pan, C., Xu, S., Zhang, W., Zhao, Y., Song, M., & Zhao, J. (2025). Investigating hair

- cortisol dynamics in German Shepherd Dogs throughout pregnancy, lactation, and weaning phases, and its potential impact on the hair cortisol of offspring. *Domestic Animal Endocrinology*, 92. Doi: 10.1016/j.domaniend.2025.106921.
- Perondi, F., Lippi, I., Ceccherini, G., Marchetti, V., & Guidi, G. (2019). Evaluation of urinary γ -glutamyl transferase and serum creatinine in non-azotaemic hospitalised dogs. *Veterinary Record*, 185(2), 52-52. Doi: 10.1136/vr.104439.
- Roos-Pichenot, J., & Zakošek Pipan, M. (2025). "¡Mi perra está vacía!" Una visión general de las causas preconcepcionales de la infertilidad en perros. *Ciencias veterinarias*, 12(7), 663. Doi: 10.3390/vetsci12070663.
- Ruaux, C. G., Carney, P. C., Suchodolski, J. S., & Steiner, J. M. (2012). Estimates of biological variation in routinely measured biochemical analytes in clinically healthy dogs. *Veterinary Clinical Pathology*, 41(4), 541-547. Doi: 10.1111/j.1939-165x.2012.00473.x.
- Saleh, W. M., Shamkhi, A. (2018). Some physiological features of the bitch. *GJBB*. 7(1): 1-7.
- Sánchez, A., & Arias, F. (2017). Biología gestacional y predicción del parto en la perra. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP*, 28(4), 771-783.
- Simões, C. R. B., Vassalo, F. G., Lourenço, M. L. G., De Souza, F. F., Oba, E., Sudano, M. J., & Prestes, N. C. (2016). Hormonal, electrolytic, and

- electrocardiographic evaluations in bitches with eutocia and dystocia. *Topics in Companion Animal Medicine*, 31(4), 125-129. Doi: 10.1053/j.tcam.2016.10.003.
- Smets, P., Meyer, E., Maddens, B., & Daminet, S. (2010). Cushing's syndrome, glucocorticoids and the kidney. *General and Comparative Endocrinology*. Doi: 10.1016/j.ygcen.2010.07.004.
- Stornelli, M. C., & Stornelli, M. A. (2001). Manejo anestésico del paciente canino en la gestación y el parto. *Analecta Veterinaria*, 21(1), 22-30.
- Varun, D. S., Ramana, K. V., Reddy, K. C., & Reddy, K. J. M. (2023). Study on changes in haematological and serum biochemical parameters during mid gestation and late gestation in bitches. *The Pharma Innovation Journal*, 12(12), 438-441.
- Verstegen-Onclin, K., & Verstegen, J. (2008). Endocrinology of pregnancy in the dog: A review. *Theriogenology*, 70, 291-299. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.04.038.
- Ward Platt, M., & Deshpande, S. (2005). Metabolic adaptation at birth. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 10, 341-350. Doi: 10.1016/j.siny.2005.04.001.
- Ward, J., Mochel, J. P., Seo, & -J., & Sathe, S. (2020). Effects of the estrous cycle and pregnancy status on cardiovascular variables in healthy bitches. *Journal of Veterinary Cardiology*, 30, 57-68. Doi: 10.1016/j.jvc.2020.05.004.