



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS EFECTOS A LARGO PLAZO DE LA
GONADECTOMÍA EN CANINOS**

“por”

Fernanda de Mello Olivencia

TESIS DE GRADO: presentada
como uno de los requisitos para
obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias.

Orientación: Medicina Veterinaria

Modalidad: Revisión Monográfica.

MONTEVIDEO URUGUAY

2023

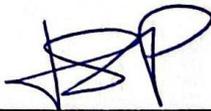
PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de mesa:



Dra. Fernanda Ojeda

Segundo miembro (Tutor):



Dra. Florencia Sollier

Tercer miembro:



Dr. Danilo Fila

Fecha: 22/12/23

Agradecimientos

A mi familia no hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de este increíble viaje académico. Cada uno de ustedes ha sido mi fuente de inspiración y fortaleza, y su amor constante ha sido el motor que me impulsó a alcanzar mis metas. Gracias por ser mi roca, mi motivación y mi razón para nunca rendirme.

A mis mejores amigas, mi gran “Equipo Darwin”, su amistad ha sido una luz brillante durante esta travesía, su aliento y ánimo han sido fundamentales. Gracias por compartir risas, superar desafíos y celebrar cada pequeño triunfo conmigo. Su apoyo ha hecho esta experiencia aún más memorable.

A mi tutora la Dra. Florencia Sollier su orientación y apoyo han sido esenciales para mi éxito. Cada consejo, cada corrección y cada palabra me han ayudado en mi camino hacia la culminación de esta tesis.

Al personal de la biblioteca, su trabajo incansable y su disposición para ayudarme en la búsqueda de recursos han sido invaluable. Gracias por facilitar mi acceso al conocimiento necesario para llevar a cabo esta investigación.

A la Facultad de Veterinaria a lo largo de estos años ha sido mucho más que una institución académica, fue mi segunda casa. En sus aulas y pasillo, no encontré solo conocimientos, sino también amistades que perdurarán toda la vida. Cada rincón de esta facultad ha sido testigo de mi crecimiento personal y académica, y cada desafío ha sido una oportunidad para aprender y mejorar.

Finalmente, a mí misma. En este viaje, he enfrentado desafíos y superado obstáculos que nunca imaginé. Gracias por mi dedicación, mi perseverancia y mi firme creencia que cada esfuerzo valdría la pena. Celebro cada pequeño paso y ahora, al mirar hacia atrás, veo que cada desafío superado fue una oportunidad para crecer y aprender.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	GENERAL	9
2.2	ESPECÍFICOS	9
3	METODOLOGÍA.....	10
4	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1	Anatomía y función de las gónadas	11
4.1.1	Ovarios.....	11
4.1.2	Testículos	11
4.2	Fisiología de la Reproducción.....	12
4.2.1	Hembras	13
4.2.2	Machos.....	16
4.3	Gonadectomía en caninos.....	17
4.3.1	Ovariectomía.....	17
4.3.2	Orquiectomía.....	17
4.3.3	Esterilización preservadora de Gónadas	18
4.4	Gonadectomía en diferentes países	19
4.5	Efectos Positivos de la Gonadectomía en la salud de caninos	20
4.5.1	Hiperplasia endometrial quística/Piómetra	21
4.5.2	Neoplasia Mamaria	21
4.5.3	Pseudogestación	22
4.5.4	Neoplasia Testicular.....	23
4.5.5	Hiperplasia Prostática Benigna	23
4.6	Efectos negativos de la Gonadectomía en caninos	24
4.6.1	Tumores.....	24
4.6.2	Trastornos Articulares.....	30
4.6.3	Metabolismo	36
4.6.4	Trastornos autoinmunes.....	38
4.6.5	Trastornos de Comportamiento.....	39
4.6.6	Aparato Urinario.....	41
5	REFLEXIONES FINALES	42
6	BIBLIOGRAFÍA.....	44

Resumen

En los últimos años, la gonadectomía ha emergido como un tema de debate en el ámbito científico. Se destaca que la ovariectomía en hembras y la orquiectomía en machos son prácticas comunes con beneficios evidentes, como la reducción de neoplasias y trastornos reproductivos. Sin embargo, no existe evidencia clara sobre los efectos secundarios asociados a esta intervención, especialmente cuando la gonadectomía se realiza antes de la madurez sexual. Esta controversia se ha originado a raíz de investigaciones recientes que han evaluado la asociación entre la gonadectomía, el estado hormonal y el riesgo de desarrollar ciertas condiciones patológicas. Por lo tanto, propusimos como objetivo de este trabajo recopilar y actualizar la bibliografía sobre los efectos a largo plazo de la gonadectomía en perros. Para esto se revisaron artículos científicos, utilizando los buscadores Timbó-Foco, Google Académico, Pubmed, SciELO y Colibrí, empleando palabras claves y seleccionando artículos con fecha de publicación más recientes. Se utilizaron 73 artículos relacionados a la gonadectomía y sus efectos y 12 libros sobre la temática de anatomía, fisiología, cirugía, oncología y ortopedia. Estos estudios vinculan esta intervención con riesgos de tumores malignos, incontinencia urinaria, obesidad, diabetes y enfermedades inmunomediadas. Según la revisión bibliográfica realizada se pudo observar que llegar a un consenso sobre la edad óptima de la gonadectomía es muy difícil y depende de varios factores, entre ellos el origen, la raza, el tamaño, el destino, predisponentes hereditarios. Independientemente de este resultado se destaca la importancia de evaluaciones individualizadas y decisiones informadas basadas en una evaluación completa de la salud y el bienestar de cada animal. La conclusión subraya la necesidad de un enfoque personalizado y ético en la toma de decisiones sobre la gonadectomía en perros.

Summary

In recent years, gonadectomy has emerged as a topic of debate in the scientific field. It is highlighted that ovariectomy in females and orchiectomy in males are common practices with evident benefits, such as the reduction of neoplasms and reproductive disorders. However, there is no clear evidence regarding the associated side effects of this intervention, especially when gonadectomy is performed before sexual maturity. This controversy has arisen from recent research that has assessed the association between gonadectomy, hormonal status, and the risk of developing certain pathological conditions. Therefore, the objective of this work was proposed to compile and update the literature on the long-term effects of gonadectomy in dogs. To achieve this, scientific articles were reviewed using the Timbó-Foco, Google Scholar, PubMed, SciELO, and Colibrí search engines. Keywords were employed, and articles with the most recent publication dates were selected. Seventy-three articles related to gonadectomy and its effects, along with 12 books on anatomy, physiology, surgery, oncology, and orthopedics, were utilized. These studies associate this intervention with risks of malignant tumors, urinary incontinence, obesity, diabetes, and immune-mediated diseases. According to the literature review, reaching a consensus on the optimal age for gonadectomy is challenging and depends on various factors, including origin, breed, size, purpose, and hereditary predispositions. Regardless of this result, the importance of individualized assessments and informed decisions based on a comprehensive evaluation of the health and well-being of each animal is emphasized. The conclusion underscores the need for a personalized and ethical approach in decision-making regarding gonadectomy in dogs.

1 INTRODUCCIÓN

La gonadectomía es efectiva para prevenir la superpoblación, así como para disminuir el riesgo de enfermedades reproductivas en animales de compañía. En hembras, la ovariectomía ayuda en la prevención de neoplasias mamarias, prevención y tratamiento de piómetra, metritis, neoplasias (ováricas, uterinas y/o vaginales), quistes, torsión uterina, prolapso uterino, prolapso e hiperplasia vaginales; y control de algunas anomalías endocrinas (ej. diabetes y epilepsia) (Domingues, Cesar, Fassa, & Domingues, 2015; Downes, Devitt, Downes & More, 2015; Salmeri, Olson, & Bloomberg, 1991). Por otro lado, en machos, la orquiectomía puede colaborar en el manejo del comportamiento al disminuir la agresividad, la deambulación y la micción indeseable. Asimismo, ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con los andrógenos, incluidas las enfermedades prostáticas, las hernias y adenomas perineales. Otras indicaciones incluyen anomalías congénitas, anomalías testiculares o epididimarias, neoplasias escrotales, traumatismos o abscesos, hernias inguino escrotales, uretostomía escrotal, control de epilepsia y control de anomalías endocrinas (Dominguez et al, 2015; Downes et al, 2015; Salmeri et al, 1991). Si bien los beneficios sociales de la esterilización no se pueden negar, ni tampoco su efecto para la prevención de las patologías previamente mencionadas, existe suficiente evidencia sobre afecciones que se han observado con mayor frecuencia en perros gonadectomizados, en comparación con animales sexualmente intactos (Kutzler, 2020). En este contexto, son varios los grupos de trabajo que han puesto sobre la mesa el debate sobre los efectos secundarios de este procedimiento. El foco de las últimas investigaciones está en determinar el momento adecuado de su realización, debido a que las consecuencias indeseables se asocian a la gonadectomía antes de la madurez sexual. En muchos países desarrollados la ovariohisterectomía es recomendada entre los 5 y 8 meses de edad, justo antes que el animal alcance la pubertad (Couto & Nelson, 2010). La pubertad está definida por el primer ciclo estral, que en razas pequeñas es a los 5 o 6 meses y en razas grandes a los 10 o 12 meses. El alcanzar la pubertad no es sinónimo de madurez sexual (esta se adquiere a partir del segundo o tercer ciclo estral) (Ungerfeld, 2020), sino que es el inicio de una serie de cambios morfológicos y de comportamiento relacionados directamente con la aparición de los caracteres sexuales secundarios (Sorribas, 2000). Dentro de los trabajos que refieren a los efectos indeseables de la gonadectomía podemos encontrar que en machos aumenta el riesgo de tumores malignos de próstata (Teske et al., 2002) y las hembras pueden presentar incontinencia urinaria luego de la castración (Beauvais, Cardwell, & Brodbelt, 2012; Reichler, 2010a, Howe, 2015). También, se ha relacionado con el aumento en el riesgo de presentación de tumores no relacionados al tracto reproductor en ambos sexos, entre ellos encontramos: el hemangiosarcoma, linfoma (Zink et al, 2014), el osteosarcoma (Belanger, Bellumori, Bannasch, Famula, & Oberbauer, 2017) y el mastocitoma (White, Hohenhaus, Kelsey & Procter-Gray, 2011). Asimismo, se ha demostrado que en animales con predisposición a patologías articulares, la castración precoz puede incrementar el riesgo de aparición de rotura del ligamento cruzado craneal, displasia de cadera, displasia de codo y osteoartrosis (de la Riva et al., 2013, Hart et al., 2014 & Hart 2016). Por otra parte, la castración está relacionada al desarrollo de obesidad en perros de ambos sexos, un estudio establece que hasta el 68% de los perros gonadectomizados son obesos

(Simpson, 2019) y al aumento de la presentación de diabetes mellitus, siendo la obesidad un factor de riesgo para la misma (Martín, 2014). Estudios demuestran que perros gonadectomizados de ambos sexos tienen mayor riesgo de presentar enfermedades inmunomediadas, entre ellas dermatitis atópica, anemia hemolítica autoinmune, enfermedad de Addison, hipotiroidismo, trombocitopenia y enfermedad inflamatoria intestinal (Sundburg, Belanger, Bannasch, Famula, & Oberbauer, 2016). Finalmente, otros aspectos que se discuten son los comportamentales con reportes de agresividad (Kustritz, 2012; Spain et al., 2004)).

2 OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Recopilar y actualizar la bibliografía referente a los efectos a largo plazo de la gonadectomía en caninos.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Sintetizar la búsqueda de artículos sobre los efectos a largo plazo de la gonadectomía en caninos en las bases de datos.
2. Resumir los resultados de estudios existentes en la literatura científica sobre los efectos en la salud de caninos tras la gonadectomía.
3. Sintetizar los resultados y conclusiones de las investigaciones en esta temática.
4. Visualizar y analizar los puntos de encuentro y desencuentro entre artículos.

3 METODOLOGÍA

La búsqueda se realizó en dos idiomas: español e inglés. Se utilizaron los buscadores científicos Timbó-foco anclado/enlazado con Google Académico, Pubmed, SciELO y Colibrí, empleando las palabras claves “perros”, “gonadectomía”, “castración”, “ovariectomía”, “orquiectomía”, “cáncer”, “neoplasia”, “trastornos articulares”, “incontinencia urinaria”, “diabetes mellitus”, “comportamiento”, entre otras.

Se seleccionaron artículos priorizando aquellos con fechas de publicación más recientes y en revistas arbitradas.

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Anatomía y función de las gónadas

4.1.1 Ovarios

Son un componente fundamental del sistema reproductivo, encargados de producir óvulos y hormonas sexuales (Dyce, Sack & Wensing, 2012; König & Liebich, 2005). Se dividen en segmentos que producen, transportan y almacenan los gametos femeninos (König & Liebich, 2005). Se localizan en el techo de la cavidad abdominal, detrás de los riñones y debajo de la tercera o cuarta vértebra lumbar (Sorribas, 1995). El mesoovario distal y el mesosalpinx se fusionan para crear una bolsa ovárica, que engloba el ovario y lo envuelve en su totalidad (Dyce, et.al, 2012). El ligamento suspensorio del ovario lo une a la fascia transversa de la última costilla por su polo craneal, mientras que en su polo caudal está unido por el ligamento propio al utero (Sorribas, 1995). El pedículo ovárico (mesoovario) incluye el ligamento suspensor con su arteria y vena, la arteria y vena ovárica, y una cantidad variable de grasa y tejido conjuntivo (Fossum, 2019).

La zona parenquimatosa del ovario (corteza), está limitada por una membrana denominada túnica albugínea, ubicada inmediatamente bajo el peritoneo. En la corteza se observan folículos en diversos estadios de desarrollo y regresión, que alojan individualmente un óvulo en su interior. Una vez que el folículo se rompe, su cavidad puede inicialmente llenarse de sangre, formando un cuerpo hemorrágico, pero rápidamente este espacio es ocupado por la hipertrofia de las células granulosas y tecaes que originalmente cubrían el espacio. Esto da lugar a la formación de una estructura sólida conocida como cuerpo lúteo, estructura temporal que crece e involuciona entre dos fases estrales sucesivas, a menos que se presente gestación o preñez. A pesar de su carácter transitorio, éstos desempeñan un papel relevante como fuente de progesterona, así como los folículos en proceso de maduración lo hacen en la producción de estrógenos. Con el tiempo, los cuerpos lúteos finalmente regresan y son reemplazados por cicatrices de tejido conectivo conocidas como cuerpos blancos. Las oscilaciones en los niveles de estrógenos y progesterona son determinantes en los cambios observados en los patrones de comportamiento, así como en la morfología y actividad del tracto reproductivo (Dyce, et.al, 2012).

4.1.2 Testículos

Los órganos genitales masculinos combinan componentes endócrinos y exócrinos (Dyce, et.al, 2012), están compuestos por una serie de segmentos ubicados uno detrás del otro que tienen a su cargo la formación, la maduración, el transporte y la transición de las células germinales masculinas (espermatozoides) (König & Liebich, 2005). Se encuentran suspendido por separado dentro del escroto (Dyce et al., 2012), dentro del

cual también se encuentran el epidídimo y la parte inferior del cordón espermático compuesto por: arteria y vena testiculares, linfáticos, plexo nervioso testicular, conducto deferente, tejido muscular liso y capa vesical de la túnica vaginal (Sorribas, 1995). Al estar fuera de la cavidad abdominal se logra disminuir algunos grados la temperatura del órgano, lo cual es necesario para el correcto desarrollo de los espermatozoides (Dyce, et.al, 2012; König & Liebich, 2005).

El parénquima testicular, de consistencia suave y coloración amarilla o pardo, se compone de una mezcla de túbulos seminíferos y tejido intersticial. Este último está compuesto por agrupaciones de células intersticiales, también conocidas como células de Leydig, soportadas por una estructura delicada de tejido conectivo, a través de la cual pasan pequeños vasos sanguíneos y linfáticos. Las células intersticiales son las principales responsables de la producción de hormonas androgénicas esteroideas. La mayor parte del parénquima está ocupada por los túbulos donde ocurre el proceso de espermatogénesis, que es fundamental en la producción de espermatozoides. Dentro de los túbulos seminíferos es posible distinguir dos tipos de células: las células de Sertoli, que brindan soporte y nutrición a las células germinales al secretar hormonas y factores de crecimiento, y el epitelio seminífero. La red testicular se drena a través de alrededor de una docena de conductos eferentes que atraviesan la cápsula y se unen a la cabeza del epidídimo (Dyce, et.al, 2012). Cada testículo está conectado a un epidídimo, el cual se encuentra en la parte dorsal de los mismos, está formado por cabeza, cuerpo y cola (Dyce, et.al, 2012; König & Liebich, 2005). En el epidídimo terminan de madurar los espermatozoides, que quedan almacenados en su porción terminal hasta la eyaculación. Después de abandonar la cola del epidídimo el conducto del epidídimo se continúa como conducto deferente que conecta el epidídimo con la uretra. Son responsables de transportar los espermatozoides maduros desde los testículos hasta la uretra durante la eyaculación. También es el sitio en el que los espermatozoides se mezclan con las secreciones de las glándulas genitales accesorias formando así el semen (König & Liebich, 2005).

Las glándulas ampulares y la próstata constituyen todo el conjunto de glándulas sexuales accesorias en el perro. La próstata es una contribuidora principal del líquido seminal. Se compone de una porción compacta, que forma una masa considerable alrededor de la uretra y en el cuello de la vejiga, y una porción diseminada más pequeña, que se encuentra dispersa en la mucosa uretral (Dyce, et.al, 2012).

4.2 Fisiología de la Reproducción

El eje hipotálamo-hipofisario-gonadal es un sistema hormonal que regula la función reproductiva de los mamíferos. Involucra al hipotálamo, hipófisis (glándula pituitaria) y a las gónadas, está constituido por neuronas neurosecretoras. Debido a su estructura y función, representa la conexión entre el sistema nervioso y el endócrino, mediante hormonas. El sistema es regulado por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), sintetizada en el hipotálamo y liberada a los vasos porta-hipofisarios por donde llega a la hipófisis para estimular la secreción de hormona luteinizante (LH) y hormona foliculo

estimulante (FSH) que se liberan a la circulación general. Estas dos hormonas son denominadas gonadotrofinas ya que su órgano blanco son las gónadas donde estimulan la gametogénesis y la liberación de esteroides gonadales, que a su vez regulan tanto la función hipotalámica como la hipofisaria cerrando el circuito de este eje (Ungerfeld, 2020).

La hormona GnRH desempeña un papel clave en el desarrollo y mantenimiento de la reproducción y su función más conocida es el control de la secreción de LH y FSH hipofisarias, aunque hoy se sabe que puede actuar sobre otras áreas del sistema nervioso. Las gonadotrofinas juegan un rol fundamental en la estimulación de las gónadas, son los principales mediadores del sistema nervioso central sobre las actividades endocrinas y gametogénicas de las gónadas (Ungerfeld, 2020).

Hasta hace no mucho tiempo se pensaba que las neuronas secretoras de GnRH eran las principales reguladoras de la cascada hormonal que afecta la hipófisis y las gónadas. Sin embargo, hoy se sabe que la Kisspeptina es un factor clave en la regulación de dichas neuronas. Las neuronas hipotalámicas que se expresan en Kisspeptina se encuentran localizadas en el núcleo arcuato y en el núcleo periventricular anteroventral. Estas dos poblaciones neuronales son las encargadas de medir, respectivamente, los procesos de retroalimentación negativa y positiva de los esteroides gonadales circulantes sobre las neuronas productoras de GnRH, la secreción pulsátil de LH y la respuesta de la LH a los GnRH1 (Ungerfeld, 2020).

4.2.1 Hembras

Las perras son monoéstricas de ovulación espontánea (Sorribas, 1995; Ungerfeld, 2020), no estacionales pudiendo entrar en celo varias veces a lo largo del año, lo que le otorga una notable flexibilidad reproductiva (Kustritz & Margaret, 2012; Ungerfeld, 2020). La pubertad se define como el primer ciclo estral o celo, el cual ocurre cuando la perra alcanza su total desarrollo corporal (Simpson, England & Harvey, 2000; Kustritz & Margaret, 2012; Ungerfeld, 2020), entre los 6 y 10 meses en perras de talla pequeña, aunque puede llegar a los 2 años en perras de talla grande o gigante (Kustritz & Margaret, 2012; Ungerfeld, 2020). La madurez sexual se alcanza entre el segundo y cuarto celo (Ungerfeld, 2020).

El ciclo estral resulta de la coordinación magistral entre cuatro órganos principales: el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el útero. Estos órganos se comunican principalmente a través de hormonas como la GnRH (secretada por el hipotálamo), la LH y la FSH (secretadas por la hipófisis), el estradiol, la inhibina y la progesterona (de origen ovárico), y la PGF2 α (prostaglandina F2 alfa), secretada por el útero. Si bien otras hormonas, como la prolactina y los andrógenos, también tiene un papel en la regulación, su influencia es menos prominente. El mismo incluye tres fases: proestro, éstro y diestro (Simpson et al., 2000; Ungerfeld, 2020), el diestro y el proestro están separados por un periodo de anestro normal de 2 a 3 meses (Klein, 2020). El proestro tiene una duración de 7 a 10 días (Sorribas, 1995), es cuando la perra exhibe cambios físicos y de comportamiento como enrojecimiento, dilatación de la vulva, secreción vaginal

serosanguinolenta, marcaje con orina, inquietud, atracción a los machos sin permitir la monta (Sorribas, 1995; Kustritz & Margaret, 2012; Simpson, et.al., 2000). Durante esta fase, las concentraciones de estrógenos aumentan gradualmente a medida que los folículos ováricos maduran (Ungerfeld, 2020). El incremento en la concentración plasmática de estradiol da lugar a una elevación en la concentración de LH. Esta elevación en los niveles plasmáticos de LH se presenta de manera automática al alcanzar un umbral específico de actividad folicular y liberación de estradiol. Además, para fomentar el crecimiento folicular y la producción de estradiol, se requieren niveles adecuados de FSH. (Simpson, et.al., 2000). Al final del proestro, se produce la onda preovulatoria de LH y disminuyen los niveles séricos de FSH (Ungerfeld, 2020).

El éstro (“celo”) comienza con el pico de LH, con una duración promedio de 5 a 10 días, (Sorribas, 1995), pero puede oscilar entre 3 y 21 (Kustritz & Margaret, 2012). Es la fase en que la hembra acepta la monta, y la secreción vulvar deja de ser serosanguinolenta (Sorribas, 1995; Kustritz & Margaret, 2012). Es en este momento que las concentraciones séricas de progesterona comienzan a aumentar, junto con el pico preovulatorio de LH (Simpson et.al., 2000; Ungerfeld, 2020). La interacción de las concentraciones crecientes de progesterona y la disminución de estradiol, desencadenan retroalimentación positiva que estimula un segundo pico de LH. Este coincide con la luteinización preovulatoria de los folículos y el aumento rápido de la progesterona (Ungerfeld, 2020). El diestro es la tercera fase del ciclo y se considera que empieza a los 6 a 8 días del inicio del éstro (Simpson, et.al., 2000). Se caracteriza por niveles elevados de progesterona (Ungerfeld, 2020), que venían aumentando desde el inicio del éstro (Simpson, et.al., 2000). Estos niveles pueden aumentar hasta 12 ng/ml poco antes de la ovulación y continuar incrementando durante las siguientes dos semanas. En hembras, gestantes o no, la progesterona es secretada únicamente por el CL (Simpson, et.al., 2000). Después del pico de LH, las concentraciones de progesterona siguen aumentando (Simpson, et.al., 2000; Ungerfeld, 2020), luego disminuyen gradualmente durante aproximadamente 5 a 6 semanas (Ungerfeld, 2020). Hasta el transcurso del día 60, no se observan diferencias significativas en términos de magnitud y *timing* en la manifestación de cambios en la concentración plasmática de progesterona entre las hembras gestantes y no gestantes. Las disparidades comienzan a manifestarse en etapas posteriores, cuando la concentración plasmática de progesterona experimenta una disminución abrupta en los individuos en estado de gestación justo antes de la culminación del período de gestación. En contraste, en las hembras no gestantes, los niveles de progesterona disminuyen de manera gradual a lo largo de los próximos 30 a 60 días, debido a la carencia de un mecanismo luteolítico. Hasta el momento, no se ha establecido con certeza si la función lútea se mantiene durante un intervalo temporal preestablecido o si decae en respuesta a una disminución en el estímulo luteotrófico (Simpson, et.al., 2000). Los CL necesitan luteotropinas para su sostenimiento, especialmente después del día 21. Durante el lapso que abarca desde el día 30 hasta el día 65 después del punto álgido de la LH, se registra una elevación en la concentración plasmática de prolactina. Esta elevación perdura en el intervalo que va desde el día 60 hasta el día 90, mostrando niveles particularmente altos en las hembras que se encuentran en periodo de lactancia. Es importante destacar que la pseudopreñez, producida por un aumento de la prolactina en sangre (Ungerfeld, 2020), puede manifestarse de manera espontánea en algunas hembras ciclantes, o puede ser

inducida mediante la castración cuando se realiza en la fase de diestro (Simpson, et.al., 2000).

El periodo de anestro marca un descanso en el ciclo reproductivo, con una duración variable de 16 a 18 semanas, he incluso hasta 8 a 40 semanas en algunos casos (Ungerfeld, 2020). En aquellos ciclos donde se produce una gestación, esta fase se caracteriza como el período comprendido entre el momento del parto y el proestro, generalmente abarcando la etapa de lactancia. En los ciclos donde no se registra gestación, el anestro se refiere al intervalo que transcurre desde la finalización de la fase luteínica hasta el comienzo del proestro (Simpson, et.al., 2000).

4.2.1.1 Regulación del ciclo estral

El regreso del CL estimula la frecuencia de los pulsos de LH. A medida que aumenta la concentración basal de ésta, se desencadena un pico que puede ser hasta 80 veces mayor que la concentración basal durante un periodo de 6 a 12 horas, impulsando la ovulación. La presencia o ausencia de progesterona en el cuerpo influye en la naturaleza de la retroalimentación entre los estrógenos y el eje hipotálamo-hipofisario. Durante la fase lútea, cuando la progesterona es alta, los estrógenos inhiben la secreción de GnRH y LH. Sin embargo, cuando regresa el CL y disminuye la concentración de progesterona, la retroalimentación entre GnRH y LH se vuelve positiva. Esta interacción conduce a un incremento en la secreción de LH, hasta desencadenar la ovulación. En este punto, las concentraciones de estrógenos disminuyen, marcando el final del celo y el comienzo de la formación de un nuevo CL.

Los mecanismos que controlan la secreción de FSH durante el ciclo estral no están tan claramente explicados como aquellos que determinan la liberación de LH. El incremento en la concentración preovulatoria de FSH parece estar gobernado por el mismo mecanismo que determina el pico de LH, es decir, un estímulo de la secreción de GnRH causado por retroalimentación positiva con los estrógenos ováricos. De todas formas, el incremento en la concentración de FSH es anterior a la de LH. La información obtenida hasta el momento indica que el estímulo de los estrógenos se produce exclusivamente en el hipotálamo, ya que, si se bloquea la liberación de GnRH, no se produce el incremento de FSH estimulado por los estrógenos (Ungerfeld, 2020).

Si bien la liberación de LH está relativamente bien comprendida, la regulación de la FSH durante el ciclo estral es menos clara. Se cree que un estímulo de la secreción de GnRH causado por retroalimentación positiva con los estrógenos ováricos también está involucrado en el aumento de FSH. Sin embargo, se necesita más investigación para entender completamente este proceso.

En última instancia, el ciclo reproductivo de las perras es un ballet hormonal intrincado, en el que la sincronización precisa de múltiples hormonas y órganos asegura el desarrollo de los folículos, la ovulación y, en última instancia, la reproducción exitosa. El conocimiento detallado de estos procesos subyacentes es fundamental tanto para los

propietarios de mascotas como para los veterinarios, permitiendo una comprensión más profunda de la salud y el bienestar reproductivo de las perras (Ungerfeld, 2020).

4.2.2 Machos

La regulación de la actividad en los testículos se lleva a cabo principalmente a través del sistema hipotálamo-hipofisario (Ungerfeld, 2020). Bajo la influencia de dos hormonas, la LH y la FSH, que son secretadas por la hipófisis anterior. Este proceso está sujeto a un control positivo ejercido por la GnRH, liberada por el hipotálamo (Simpson, et.al.,2000), que es transportada a través de los vasos sanguíneos del sistema porta hacia las células gonadotropas en la parte anterior de la glándula pituitaria (pars distalis adenohipofisarias) (Ungerfeld, 2020). Una vez ahí desencadena la liberación de LH y FSH (Simpson, et.al., 2000; Ungerfeld, 2020). La acción de la GnRH también está sujeta a un control negativo ejercido por la testosterona y sus metabolitos activos (estradiol y la dihidrotestosterona). (Simpson, et.al., 2000).

La GnRH se secreta de manera pulsátil y posee una vida media muy breve. Cada pulso se traduce en la liberación correspondiente de LH y FSH. La LH tiene una vida media reducida en sangre, mientras que la FSH, tiene una vida media más prolongada, por lo que hace que la mayoría de las moléculas liberadas en pulsos anteriores sigan presentes en el plasma cuando se genera el siguiente pulso. Esto da lugar a concentraciones plasmáticas relativamente constantes de FSH.

La LH contribuye a la síntesis de andrógenos y estrógenos en las gónadas. En los testículos, promueve la actividad de las células intersticiales de Leydig, mientras que la FSH estimula la función de las células de Sertoli (Ungerfeld, 2020).

La síntesis de esteroides se lleva a cabo en el tejido intersticial, el cual está compuesto por células de Leydig que mantienen una estrecha relación con la red de vasos sanguíneos y linfáticos circundantes. Estas células se distinguen por ser las únicas células en los testículos que poseen receptores específicos para la LH. La unión entre ambos desencadena una respuesta que conduce a la síntesis de diversos esteroides, incluyendo la testosterona (Simpson, et.al., 2000).

Estas hormonas, principalmente la testosterona, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de los órganos reproductores masculinos y la aparición de características sexuales secundarias. Los efectos androgénicos están relacionados con el desarrollo y la maduración de los órganos reproductores, como el pene y el escroto. Los efectos anabólicos están vinculados al aumento de la masa muscular y ósea (Simpson, et.al., 2000; Ungerfeld, 2020)

4.3 Gonadectomía en caninos

Se define como la extirpación quirúrgica de las glándulas sexuales, es decir, los órganos responsables de la producción de gametos. En hembras se puede denominar ovariectomía cuando solo se extirpa los ovarios, o ovariosterectomía cuando se extirpa ovarios y útero. En machos, la extirpación de los testículos se define como orquiectomía (Fossum, 2019; Tobías & Johnston, 2012). En este trabajo describiremos las técnicas de ovariectomía y orquiectomía, y nos referimos a estos procedimientos colectivamente como gonadectomía, ya que cada uno de estos métodos para la esterilización quirúrgica incluye la extirpación de gónadas (ovarios o testículos).

4.3.1 Ovariectomía

En la literatura es posible encontrar varias técnicas para realizar la gonadectomía en hembras, que van desde un abordaje por línea media, flanco o laparoscopia. En la ovariectomía por línea media, se debe preparar quirúrgicamente el abdomen ventral, desde el xifoideo hasta el pubis. Se realiza una incisión caudal al ombligo, en piel y tejido subcutáneo para exponer la línea blanca. La misma, es traccionada hacia arriba y se incide para ingresar a cavidad abdominal. Una vez exteriorizado el útero, se debe localizar el ligamento suspensorio del ovario, se realiza tracción caudo-medial del mismo para así poder romper el ligamento y lograr exteriorizar el ovario. Se realiza un orificio en el ligamento ancho, caudal al pedículo del ovario. Tras colocar dos o más hemostáticas a través del pedículo ovárico, se realiza una ligadura en el espacio entre ambas hemostáticas con sutura reabsorbible 0, 2-0 o 3-0 de acuerdo al tamaño del paciente. Posteriormente se secciona transversalmente el pedículo del ovario entre la hemostática y el ovario, se retira la hemostática y se observa que no haya hemorragia. Este mismo procedimiento se realiza en el otro ovario. Finalmente, se procede al cierre de la pared abdominal en tres capas, línea media con sutura continua, al igual que el tejido subcutáneo, y la piel con sutura intradérmica (Tobías & Johnston, 2012).

4.3.2 Orquiectomía

Se puede usar tanto abordaje pre-escrotal como escrotal para esta cirugía. Para realizar la orquiectomía pre-escrotal a vaginal abierta, se coloca el animal en decúbito dorsal y se prepara quirúrgicamente el abdomen caudal y parte interna de los muslos. Se debe avanzar uno de los testículos hacia el área pre-escrotal y se incide la piel y tejido subcutáneo a lo largo del rafe medio por encima del testículo ya desplazado. La incisión continúa a través de la fascia espermática y túnica vaginal parietal para exteriorizar el testículo. Se coloca una pinza hemostática en la túnica vaginal donde ésta se une al epidídimo. Digitalmente, se debe separar el ligamento de la cola del epidídimo de la túnica. El testículo se exterioriza aplicando una tracción caudal y hacia afuera. Luego de identificar el cordón espermático, se ligan individualmente, el cordón vascular y el conducto deferente, luego se realiza una ligadura que rodea las dos estructuras (sutura reabsorbible 2-0 o 3-0). Se colocan las pinzas hemostáticas en el cordón, una proximal

al animal y otra proximal del testículo, quedando la ligadura en medio de ambas. Se realiza la sección del conducto deferente y el cordón vascular entre la ligadura y la hemostática proximal al testículo. Tras observar que no haya hemorragia en el cordón, es colocado hacia el interior de la túnica vaginal. Se rodea el músculo cremáster y la túnica con una ligadura. Finalmente se repite el mismo procedimiento para el otro testículo. Se culmina con el cierre del tejido subcutáneo con sutura continua y piel con sutura intradérmica (Tobías & Johnston, 2012).

4.3.3 Esterilización preservadora de Gónadas

Dada la creciente cantidad de investigaciones que insinúan posibles vínculos con ciertos procesos patológicos y el momento de la gonadectomía, se ha despertado un notable interés en procedimientos de esterilización que salvaguarden las gónadas, manteniendo así la fuente de hormonas sexuales. En el caso de los machos, la vasectomía ha ido adquiriendo popularidad, puesto que bloquea la incorporación de espermatozoides al semen, lo que resulta en la infertilidad. En cuanto a las hembras, se han explorado opciones de esterilización que preservan los ovarios, como la histerectomía y la salpingectomía. La histerectomía implica la extirpación completa del útero y el endometrio, mientras que la salpingectomía conlleva la extirpación quirúrgica de las trompas de Falopio (Sarah, 2022). La vasectomía y la histerectomía, al permitir que los animales experimenten tiempos de exposición más prolongados a las hormonas gonadales, podrían ofrecer beneficios significativos para la salud general de los perros (Zink, Delgado & Stella, 2023).

4.3.3.1 Histerectomía

La información disponible sobre la histerectomía en perras es limitada. Las críticas a este procedimiento se centran en la necesidad de eliminar por completo el revestimiento endometrial para prevenir la formación de una piómetra de muñón, ya que las perras aún mantienen su fuente hormonal. Otro efecto del mantenimiento de las hormonas sexuales, es que las perras continúan experimentando ciclos reproductivos, lo que las hace atractivas para los machos y las expone al riesgo de aparearse (Sarah, 2022).

4.3.3.2 Vasectomía

Durante la vasectomía, es posible preservar el suministro de sangre a los testículos, lo que permite la esterilización manteniendo las hormonas sexuales, o se puede ligar el suministro de sangre a los testículos, lo que resulta en la eliminación de la fuente hormonal. Se debe advertir a los tutores que la vasectomía preservando las hormonas no eliminará los comportamientos relacionados a estas, y puede dejar los perros predisuestos a la hiperplasia prostática benigna, quistes y abscesos prostáticos, así

como las hernias perineales y tumores de glándulas perianales y testiculares (Sarah, 2022).

4.4 Gonadectomía en diferentes países

La gonadectomía es una de las prácticas quirúrgicas más frecuente y antigua realizada en perros en el mundo (Kustritz, 2007; Howe, 2006). La edad para su realización es muy variable y se ha modificado a lo largo de los años (Kustritz, 2007; Diesel, Brodbelt & Laurence, 2010). Algunos veterinarios defienden la esterilización pediátrica, mientras que otros, el atraso en la realización de la técnica o incluso la no realización de la misma (Bushby, 2018). La tasa de castración puede variar significativamente en todo el mundo debido a una serie de factores como la cultura y las recomendaciones veterinarias de cada país. En Estados Unidos es una de las cirugías electivas más realizadas (Kustritz, 2007), con una prevalencia del 64% en hospitales veterinarios privados, 67% en hembras y 61% en machos (Travejo et al., 2011). La edad a la que recomiendan realizar este procedimiento en Estados Unidos presenta una gran discrepancia. Los veterinarios la recomiendan entre los 6 y 9 meses de edad (Kustritz, 2007). Mientras que muchas organizaciones benéficas en este mismo país siguen políticas de esterilización a una edad de 2 meses (Looney et al., 2008) a 4 meses, o antes de que los perros sean adoptados (Spain, Scarlett & Cully, 2002). Esto podría atribuirse en gran medida a la teoría de que la castración temprana es una estrategia importante para reducir la sobrepoblación de mascotas y facilitar la adopción (Spain et al., 2002; Trevejo et al., 2011; Kustritz et al., 2007).

En contraste, en algunos países de Europa la gonadectomía no es tan común y está menos aceptada por los tutores. La gonadectomía rutinaria se considera no ética y debe realizarse por razones médicas, en países como Alemania, Noruega y Suecia (Wongsaengchan & McKeegan, 2019). En Reino Unido el 21,5% de las personas encuestadas tenían al menos un perro de mascota, de los cuales el 54% estaban castrados. También indagaron a veterinarios y vieron que la edad promedio a la que éstos recomiendan este procedimiento en hembras es a los 6,5 meses y a los machos a los 7,5 meses de edad (donde las edades mínimas fueron 5,7 meses y 5,8 meses respectivamente) (Diesel et al., 2010). Una pesquisa realizada a tutores de mascotas arrojó que más del 80% apoyaban la realización de la gonadectomía en perros siendo la principal justificación prevenir gestaciones no deseadas y evitar enfermedades reproductivas, ya el 10% no estaba de acuerdo y consideraba que esta solo debía realizarse por razones médicas (Wongsaengchan & McKeegan, 2019). Las organizaciones benéficas de bienestar animal en Reino Unido generalmente recomiendan la castración a los 6 meses de edad para prevenir la sobrepoblación y el aumento de las mascotas no deseadas sometidas a eutanasia (Diesel et al., 2010). En Irlanda el 35,6% de los hogares tenían uno o más perros, de los cuales el 47,3% estaban castrados, a la edad de 2 o 3 años (Downes, Canty & More, 2009). En Italia se informó una tasa de castración del 30% de las hembras, con una edad promedio de 3 años (Di Nardo, Candeloro, Budke & Slater, 2007).

En Australia el 40% de los hogares poseen al menos un perro como mascota. Se reportó que el 80,4% de estos estaban castrados y la mayoría de tutores coincidieron en que esta

es una buena práctica. No se menciona la edad a la que fueron castrados los perros (Rohlf, Bennett, Toukhsati & Coleman, 2010).

Por su parte en América del Sur, específicamente en Brasil el 60% de los domicilios poseen por lo menos un animal de estimación (32 millones de perros aproximadamente). Se investigaron 1558 domicilios con un total de 2185 animales (1605 perros y 580 gatos), reportaron que menos del 20% de estos estaban castrados (Domingues, Cesar, Fassa & Domingues, 2015). En Chile se observó que de 1590 consultas donde se registró el sexo, solo el 8,6% de estas correspondían a hembras castradas, mientras que los machos castrados correspondieron al 0,3% de estas. La frecuencia de castración en las hembras exhibió un valor 29 veces mayor en comparación con los machos. No menciona la edad a la que fueron gonadectomizados los perros (Agüero Vega, 2006). Cada vez más los tutores de mascotas y los médicos veterinarios vienen cuestionando la edad óptima para la realización de este procedimiento e incluso si debería realizarse como cirugía electiva (Kustritz, 2007).

En Uruguay, según una encuesta de Equipos Consultores en 2023, en casi dos de cada tres hogares uruguayos (74%), hay al menos un perro, totalizando más de 1.800.000 perros en el país. Esta cifra representa un aumento del 57% en menos de una década, según comparaciones con estimaciones anteriores. Las opiniones sobre el cuidado de los perros están divididas, con un 39% creyendo que la mayoría de los dueños los cuida bien, un 37% opinando que el buen cuidado no es consistente y un 19% pensando que, en su mayoría, los perros no reciben buen cuidado. En cuanto al control poblacional, el 85% de la población está de acuerdo en que el estado debe "regular y controlar" la cantidad de perros, mientras que un 11% prefiere que el estado no se involucre. Respecto al decreto N° 57/023 del Poder Ejecutivo en febrero de este año, sobre la obligatoriedad de la castración de perros y gatos, alrededor del 42% de la población tiene un conocimiento claro, el 22% tiene un conocimiento más vago, y el 36% no ha oído hablar del decreto. Entre los informados, el 52% apoya la castración, y el 7% la rechaza. Aunque la medida no es completamente conocida, no genera grandes niveles de rechazo en un contexto de amplio respaldo a la intervención estatal en el control poblacional. Es notable que los niveles de apoyo y rechazo al decreto son similares entre aquellos que tienen o no tienen perros y gatos en sus hogares. Además, se estima que el 34% de los perros están castrados, siendo esta cifra cercana al 50% en hembras y descendiendo al 17% en machos, según estadísticas divulgadas por Equipos Consultores en 2017.

4.5 Efectos Positivos de la Gonadectomía en la salud de caninos

La gonadectomía en hembras no solo cumple con la función de controlar la población canina, sino que también presenta ventajas significativas en términos de salud. Entre estas se encuentra la reducción de la incidencia de neoplasias mamarias, ováricas y uterinas, así como la prevención de enfermedades uterinas como la piómetra, la hiperplasia endometrial quística, la torsión y el prolapso uterino (Kustritz & Margaret, 2012; Marchin & Amoroso, 2021). Al eliminar las gónadas, se elimina el riesgo de enfermedades directamente asociadas con estos órganos, como quistes o tumores

ováricos, así como pseudogestación, prolapso vaginal y la mayoría de los tumores vaginales y uterinos benignos (Tobías & Johnston, 2012).

En machos, la castración también presenta beneficios notables. Además de reducir la frecuencia de comportamientos dimórficos, como la monta, el vagabundeo y la marcación de orina. Contribuye a disminuir el riesgo de enfermedades en la próstata y los testículos (Kustritz & Margaret, 2012).

A continuación, se describen las principales patologías cuyo tratamiento o prevención es a través de la gonadectomía.

4.5.1 Hiperplasia endometrial quística/Piómetra

Es un trastorno uterino común en hembras caninas intactas que puede tener un desenlace fatal. Se desarrolla durante el diestro cuando la producción de progesterona es alta, o tras la administración exógena (Rodríguez, Martínez & Graus, 2007). Su incidencia es del 15,2% en perras de 4 años y aumenta al 23-24% en aquellas de 10 años o más (Kustritz & Margaret, 2012). La piómetra se divide en categorías de "cuello abierto" o "cuello cerrado", según la presencia o ausencia de secreción a través de la vulva (Rodríguez, Martínez & Graus, 2007). Los síntomas comunes incluyen secreciones vulvares de aspecto purulento o sanguinopurulento, pérdida de apetito o anorexia, letargia, poliuria y polidipsia, así como vómitos. En casos severos, la afección puede llevar a septicemia y/o endotoxemia. Las perras afectadas pueden mostrar signos de estar gravemente enfermas, con hipotermia, deshidratación y shock (Couto & Nelson, 2010). El tratamiento quirúrgico, específicamente la ovariosterectomía, se considera la opción más segura y efectiva debido a la eliminación de la fuente de infección y los productos bacterianos. Aunque se han desarrollado técnicas laparoscópicas, su uso no es común y se limita a casos leves. En situaciones donde la anestesia y la cirugía representan un riesgo, el manejo médico farmacológico puede ser posible en animales jóvenes. Sin embargo, se desaconseja el tratamiento médico en casos de enfermedad grave (Hagman, 2018).

4.5.2 Neoplasia Mamaria

Los tumores mamarios son una afección frecuente en perras intactas, y pueden manifestarse como nódulos únicos o múltiples, a menudo siendo fácilmente identificables durante exámenes físicos. Estos tumores tienen una marcada influencia hormonal (Romairone & Cartagena, 2014), con una edad promedio de aparición alrededor de los 10 años en las perras (Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014). La ubicación más común para su desarrollo es en las mamas inguinales, posiblemente debido a su mayor desarrollo en comparación con las mamas torácicas (Romairone & Cartagena, 2014).

Son los tumores más frecuentes diagnosticados en perras, constituyen aproximadamente el 50% de todos los tumores (Couto & Nelson, 2010). La mitad de los casos reportados corresponden a tumores malignos, los cuales pueden propagarse localmente y hacia ganglios linfáticos regionales, pulmones y otros tejidos. (Kustritz & Margaret, 2012). Las perras enteras tienen 7 veces más riesgo de cáncer mamario, comparadas con las castradas (Kustritz & Margaret, 2012; Ogilvie & Moore, 2008). La edad en que se realiza la gonadectomía tiene relación con el riesgo de presentar neoplasia mamaria, cuando este se realiza antes de su primer celo presentan un riesgo de 0.05%, realizado entre el primer y segundo celo, el riesgo de presentarlos es del 8%, ya hembras esterilizadas a partir del segundo celo o cuando tienen más de 2.5 años de edad este riesgo sube a 26% (Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014; Schneider, Dorn & Taylor, 1969).

Sin embargo, según la revisión sistemática realizada por Beauvais et al. (2012), se establece que el riesgo de aparición de neoplasia mamaria es débil o no hay una base sólida para no recomendar dicho procedimiento independientemente de la edad.

Un estudio más reciente donde realizaron un análisis retrospectivo para caracterizar la relación entre la condición de castración, el tamaño del tumor y el grado de malignidad en una extensa población de 625 perras, abarcando un total de 1459 tumores mamaros extirpados. Los caninos afectados por tumores de mama eran mayoritariamente no castrados (80,3%). Se identificaron múltiples tumores de mamas en 340 pacientes (54,4%), siendo notablemente más frecuentes en perras no castrados (57,8% frente al 40,7% en aquellos castrados). Las perras castradas no solo presentaron una probabilidad significativamente mayor de desarrollar un tumor de mama maligno, sino que también exhibieron una mayor predisposición a subtipos de tumores más agresivos. La correlación positiva entre el aumento del tamaño del tumor y la progresión hacia un fenotipo más maligno fue ligeramente más pronunciada en los pacientes castrados en comparación con los no castrados. En resumen, las perras intactas exhibieron un mayor riesgo de padecer tumor de mama y de presentar multiplicidad de tumores. Además, los tumores de mamas en hembras castradas mostraron una mayor propensión a ser malignos y a pertenecer a subtipos más agresivos en comparación con los tumores de mama en perros no castrados (Gedon, Weherend & Kessler, 2022).

4.5.3 Pseudogestación

Es un trastorno en el cual la perra no gestante desarrolla comportamiento maternal y signos físicos de gestación al final del diestro. Esta afección es frecuente en perras cíclicas, también suelen ocurrir tras retirar los progestágenos exógenos o después de realizar una ovariectomía en diestro. La falsa gestación se caracteriza por comportamiento maternal, desarrollo mamario y galactorrea. Otros signos que pueden presentar son inquietud, irritabilidad y/o agresividad, agrandamiento abdominal, anorexia y vómitos. Los síntomas son auto limitantes y suelen resolverse después de 2-3 semanas. La falsa gestación puede repetirse en los ciclos astrales siguientes. La ovariectomía durante el anestro evita la recidiva, y la ovariectomía la previene (Couto & Nelson, 2010).

4.5.4 Neoplasia Testicular

Ocupan el segundo lugar en frecuencia de aparición después de los tumores de piel en perro (Romairone & Cartagena, 2014). Los tumores testiculares aparecen a la edad media de 10 años (Couto & Nelson, 2010; Kustritz & Margaret, 2012; Ogilvie & Moore, 2008). En caninos, se han identificado tres categorías predominantes de neoplasias testiculares que son comúnmente diagnosticadas. Los tumores de células de Sertoli y los tumores de células intersticiales representan neoplasias del estroma gonadal, mientras que los seminomas tienen su origen en las células germinales (Ogilvie & Moore, 2008). Hay predisposición en razas como Boxer, Chihuahua, Schnauzer, Caniche, Yorkshire Terrier, Husky Siberiano y Shetland, y una baja incidencia en perros mestizos (Romairone & Cartagena, 2014). Se sospecha de estas neoplasias cuando se palpa una masa en uno de los testículos o en el abdomen medio caudal si el perro es criptórquido, o cuando aparecen síntomas de feminización. El tratamiento para todos los tumores testiculares es la orquiectomía (Couto & Nelson, 2010).

4.5.5 Hiperplasia Prostática Benigna

La enfermedad prostática, en particular la hiperplasia prostática benigna, es frecuente en perros machos y se debe a un desequilibrio entre los andrógenos y estrógenos formados en los testículos. Hacia los 6 años de edad, aproximadamente el 75-80% de estos animales presentan evidencia de esta afección, que puede ser subclínica o causar síntomas como tenesmo, hematuria y hemorragia prostática (Couto & Nelson, 2010; Kustritz & Margaret, 2012; Rodriguez, Martinez & Graus, 2007). Los perros que la padecen generalmente son propensos a desarrollar prostatitis, quistes prostáticos, absceso y cistitis. Generalmente no se observan signos clínicos, hasta que hubo tenesmo o hematuria debido que el agrandamiento de la misma presiona el colon y estrangula la uretra (Memon, 2007). La orquiectomía se considera una solución efectiva y curativa para la hiperplasia prostática benigna, además de promover la resolución de la prostatitis (Couto & Nelson, 2010; Kustritz & Margaret, 2012). La castración es un tratamiento eficaz, rápido y sostenible para caninos con hiperplasia prostática benigna ya que provoca una rápida disminución de las concentraciones de testosterona y en el volumen prostático (Cazzuli, Damian, Molina & Pessina, 2022). Para perros reproductores o perros gerontes que corren mayor riesgo anestésico, se puede considerar la terapia con finasterida. Es un esteroide sintético inhibidor de la 5 alfa-reductasa tipo 2 y ha demostrado ser una muy buena opción para el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna, conduce a una reducción del volumen prostático del 50 al 70% en 2 a 4 semanas (Siminarumitr et al., 2001; Siminarumitr et al., 2002). La resolución de los signos clínicos se puede lograr después de una semana de la administración de finasterida, y dentro de 4 semanas, la mayoría de los perros tendrán una resolución completa de los signos. Si el tratamiento se interrumpe a las 8 semanas la próstata vuelve a su tamaño aumentado, por lo tanto, el tratamiento debe ser de por vida (Siminarumitr et al., 2001).

4.6 Efectos negativos de la Gonadectomía en caninos

A pesar de sus beneficios bien documentados, la gonadectomía no está exenta de potenciales desventajas y efectos adversos en la salud canina. Por un lado, como cualquier intervención quirúrgica, conlleva riesgos como infecciones, hemorragias y complicaciones anestésicas (Kustritz & Margaret, 2012). Por otra parte, el desarrollo de los genitales externos depende en gran medida de los esteroides sexuales. En hembras la vulva puede permanecer infantil o atrofiarse, lo que podría conducir a dermatitis perivulvar o vaginitis (Salmeri, Olson & Bloomberg, 1991). También se ha observado la presencia de incontinencia urinaria, lo que impacta negativamente en la calidad de vida de las perras (Kustritz & Margaret, 2012). En machos castrados tempranamente puede afectar el desarrollo del prepucio, el pene y hueso del pene, los cuales permanecen pequeños e inmaduros (Salmeri, Olson & Bloomberg, 1991). Además, se ha vinculado con un mayor riesgo de alteraciones en huesos largos, laxitud de ligamentos y lesiones articulares, incluida la predisposición a lesiones del ligamento cruzado craneal (Kustritz & Margaret, 2012; Spain, Scalett & Houpy, 2004). Sumado a esto, se describe la posibilidad de una mayor susceptibilidad a ciertos cánceres, como el osteosarcoma, el carcinoma de células transicionales y el hemangiosarcoma, aunque aún no se ha establecido una relación causa-efecto definitiva (Kustritz & Margaret, 2012). Algunos estudios han sugerido que la gonadectomía realizada de manera temprana puede aumentar el riesgo de alteraciones urogenitales, obesidad, diabetes mellitus, disturbios comportamentales (Kustritz, 2002; Spain, Scalett & Houpy, 2004).

4.6.1 Tumores

La gonadectomía ha sido objeto de debate debido a sus posibles consecuencias en la predisposición a tumores no vinculados al aparato reproductivo. Investigaciones han señalado un aumento del riesgo de varios tumores en perros gonadectomizados, independientemente del sexo. El linfoma/linfosarcoma, hemangiosarcoma, mastocitoma y osteosarcoma muestran una asociación significativa con la gonadectomía (Belanger, Bellumori, Bannasch, Famula & Oberbauer 2017; de la Riva et al., 2013; Hart, Hart, Thigpen & Willits, 2016; Hart, Hart, Thigpen & Willits 2020; Zink et al., 2014).

Zink et al. (2023) encontraron que los perros machos intactos presentaban una menor probabilidad de desarrollar cáncer en comparación con aquellos que fueron castrados. Se observó una asociación entre un aumento en el tamaño corporal y un mayor riesgo de diagnóstico de cáncer. Contrariamente, la edad del perro y la duración de la presencia de las gónadas no se mostraron como predictores significativos de la incidencia de cáncer. En el grupo de perros sometidos a vasectomía o histerectomía, ninguno fue diagnosticado con cáncer antes de la cirugía. Sin embargo, después de la intervención, se diagnosticó cáncer en 23 perros vasectomizados o histerectomizados, mientras que 205 perros intactos recibieron un diagnóstico similar. Al comparar la edad en el momento del diagnóstico de cáncer entre los perros reproductivos, aquellos gonadectomizados y diagnosticados con cáncer antes de la castración presentaron una edad media de 7,63

años, en contraste con los que fueron diagnosticados con cáncer después de la castración, que tuvieron una edad media de 10,15 años.

La edad media en el diagnóstico de cáncer para perros vasectomizados o histerectomizadas no mostró diferencias significativas en comparación con los perros sexualmente intactos. Aunque los perros gonadectomizados tuvieron un diagnóstico de cáncer más tardío en general, un número significativamente mayor de ellos recibió un diagnóstico de cáncer en comparación con los perros sexualmente intactos. Además, se observó una correlación entre una mayor duración de la presencia de gónadas y un diagnóstico más tardío de cáncer.

Un análisis específico en la raza Vizsla reveló que tanto hembras como machos gonadectomizados tenían probabilidades significativamente más altas (6.5 y 3.6 veces respectivamente) de desarrollar cáncer en comparación con aquellos sexualmente intactos. Los rangos de edad a la castración que manejaron fueron menores 6 meses, entre 7 y 12 meses, y mayores a 12 meses. La edad temprana (antes de los 6 meses de edad) de la gonadectomía se asocia con un diagnóstico más temprano de cáncer (Zink et al., 2014).

Kent et al. (2018) destaca que, en hembras, la edad emerge como un factor más determinante que el estado reproductivo en el riesgo de cáncer. Aunque las hembras gonadectomizadas presentaron una proporción más alta de muertes por cáncer en comparación con las intactas, estas vivieron más tiempo.

Hart et al. (2014), exploró los impactos de la castración en la predisposición al desarrollo de varios tipos de cáncer (linfoma, hemangiosarcoma, mastocitoma y el cáncer de mama), en las razas de Labrador Retriever y Golden Retriever. La muestra de estudio incluyó un total de 1500 perros Labrador Retriever, compuestos por 808 machos (272 castrados y 536 intactos) y 692 hembras (347 esterilizadas y 345 intactas). Además, se incorporaron 1015 perros Golden Retriever, con 543 machos (315 castrados y 228 intactos) y 472 hembras (306 esterilizadas y 166 intactas). Clasificaron la edad a la que se realizó la castración en cuatro categorías: menor de 6 meses, de 6 a 11 meses, 1 año (12 a 24 meses) y de 2 a 8 años. En los machos Golden Retriever intactos, la incidencia de desarrollar al menos uno de los tipos de cáncer fue del 11%. Sin embargo, en el grupo castrado antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, la incidencia aumentó al 15% y al 17%, respectivamente, aunque estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas. El cáncer más común diagnosticado en estos casos fue el linfoma, que alcanzó una incidencia del 11.5% en el grupo castrado entre los 6 y 11 meses, con una edad media de diagnóstico de 5.5 años, en comparación con el 4% en los perros intactos. En el caso de las hembras intactas, la incidencia de al menos uno de los tipos de cáncer fue del 3%. Sin embargo, en el grupo de hembras castradas en todos los intervalos de edad, esta incidencia osciló entre el 8% y el 14%. Los resultados del estudio indican que la castración realizada hasta los 8 años de edad aumenta el riesgo de desarrollar al menos uno de los tipos de cáncer entre 3 y 4 veces. El linfoma fue el cáncer principal en los grupos castrados antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, mientras que, en el periodo de 2 a 8 años, el mastocitoma se volvió predominante, con una edad media de diagnóstico de 6.5 años. En el Labrador Retriever, la tasa de machos intactos que

desarrollaron al menos uno de los tipos de cáncer fue del 4,6%. La castración realizada a cualquier edad no elevó la incidencia por encima del nivel observado en los perros intactos. En el caso de las hembras intactas, la incidencia de desarrollar al menos uno de los tipos de cáncer fue del 3.2%, y el único período que mostró un aumento modesto fue el de 2 a 8 años, con una incidencia del 5.6%. Los tipos de cáncer más frecuentes en este contexto fueron el linfosarcoma y el mastocitoma.

Hart et al. (2016), investigó la relación entre la castración en distintos intervalos de edad y la incidencia de diferentes cánceres, específicamente, osteosarcoma, hemangiosarcoma, linfoma y mastocitoma, en perros de la raza Pastor Alemán. La muestra consistió en un total de 1170 perros, compuesta por 705 machos (245 castrados y 460 intactos) y 465 hembras (293 castradas y 172 intactas). Estos se dividieron en grupos según la edad de castración, menores de 6 meses, de 6 a 11 meses (que se combinaron para formar el grupo “castrados tempranamente”), 1 año (12 a menos de 24 meses) y 2 a 8 años. Los machos intactos que presentaban al menos uno de los cánceres se situó en torno al 3%. En cuanto a la castración realizada en cualquier rango de edad, no se observó una asociación clara con un aumento en la incidencia de cánceres por encima del nivel observado en los machos intactos. Sin embargo, en el caso del linfoma, que afecta al 1.5% de los machos intactos, se registró un aumento no significativo en la incidencia en el grupo castrado antes de los 6 meses, con una cifra del 4.2%. En las hembras la incidencia de al menos uno de los cánceres en las intactas fue inferior al 1%. De manera similar a lo observado en los machos, la castración realizada en cualquier rango de edad no mostró una asociación evidente con un aumento en la incidencia de cáncer por encima de los niveles observados en las hembras intactas. Cabe destacar que los cánceres solo se rastrearon durante 8 años.

Estos hallazgos resaltan la complejidad de la relación entre la gonadectomía y el riesgo de cáncer en perros, subrayando la necesidad de considerar factores como la raza, el género, la edad de la gonadectomía al evaluar los riesgos y beneficios de este procedimiento.

4.6.1.1 Osteosarcoma

Es la neoplasia ósea primaria agresiva más común en perros que ocurre con mayor frecuencia en el esqueleto apendicular, representa hasta el 85% de todos los tumores óseos en el perro (Poon, Matsuyama & Mutsaers, 2020). Presenta características distintivas en cuanto a su prevalencia, origen y agresividad. Es más prevalente en perros de razas grandes y gigantes, con énfasis particular en el esqueleto apendicular, afectando principalmente la metáfisis (Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014). Los factores de riesgo asociados con el osteosarcoma incluyen la edad avanzada, con una media de 8 años, así como el tamaño y peso corporal, siendo más común en razas como Pastor Alemán, San Bernardo, Galgo español, Labrador Retrievers y Rottweiler (Cooley et al., 2002; Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014). En esta última raza, se observó un aumento significativo en la incidencia de este cáncer en hembras y machos gonadectomizados antes del primer año de edad, con un riesgo

de 3 a 4 veces mayor en comparación con individuos intactos. A pesar de este aumento de riesgo, se destacó que los perros gonadectomizados vivieron, en promedio 2,3 años más que sus contrapartes intactas, lo que plantea la posibilidad de que la longevidad influya en la aparición y diagnóstico del osteosarcoma (Cooley et al., 2002).

4.6.1.2 Hemangiosarcoma

Neoplasia altamente maligna que se origina en las células endoteliales de los vasos sanguíneos que presentan características distintivas en su incidencia y sitios primarios. Este tipo de tumor afecta principalmente a perros gerontes, con una edad media de 10 años y no muestra predilección por el sexo. El bazo es el sitio primario más común para el Hemangiosarcoma, especialmente en la cavidad peritoneal (Ogilvie & Moore 2008).

La relación entre la gonadectomía y el riesgo de hemangiosarcoma ha sido objeto de investigación. Las perras castradas muestran un riesgo 4 veces mayor, mientras que los machos castrados tienen un riesgo 1,6 veces mayor en comparación con sus contrapartes intactas. No se ha determinado en qué medida el momento de la gonadectomía influye en este riesgo (Reichler, 2010a). En relación a esto, un estudio retrospectivo en Golden Retrievers destacó que las hembras gonadectomizadas tardíamente (mayores a 12 meses) tenían un riesgo 4 veces mayor de desarrollar hemangiosarcoma en comparación con las hembras intactas o gonadectomizadas tempranamente (menores a 12 meses). Sin embargo, en los machos, no se observó una diferencia significativa en el diagnóstico de Hemangiosarcoma en relación con la gonadectomía (de la Riva et al., 2013).

En perros de raza Vizsla se observó que tanto hembras como machos gonadectomizados después de los 12 meses tenían una mayor probabilidad de desarrollar hemangiosarcoma. Del mismo modo, se encontró que las hembras gonadectomizadas antes de los 12 meses también tenían una mayor probabilidad de desarrollar este cáncer, en comparación con los perros que permanecieron intactos. En general, las hembras gonadectomizadas tenían probabilidades 9 veces más altas de desarrollar hemangiosarcoma en comparación con las hembras intactas (Zink et al., 2014).

Un estudio a gran escala con más de dos millones de perros reveló que tanto hembras como machos, después de la gonadectomía, presentaron un mayor riesgo de desarrollar hemangiosarcoma en general y, específicamente, hemangiosarcoma esplénico. Los autores no tuvieron en cuenta la edad a la que fueron castrados los perros y los datos fueron obtenidos de una base de datos (Robinson et al., 2020).

En perros Pastores Alemanes y Perdigueros (Labrador Retrievers y Golden Retrievers) no encontraron un vínculo significativo entre la gonadectomía y el hemangiosarcoma. En este estudio, los perros solo fueron seguidos hasta la edad de 8 años y este tumor se observa con mayor frecuencia en perros mayores a 10 años (Hart et al., 2014; Hart et al., 2016)

4.6.1.3 Linfoma

Es el tumor hematopoyético más prevalente en perros, representando aproximadamente el 90% de estos casos. Aunque poco común en perros jóvenes, esta enfermedad se manifiesta predominantemente en perros de mediana edad, sin mostrar predilección por el sexo. El linfoma causa linfadenopatía periférica y puede presentarse de manera generalizada o localizada en un solo ganglio o región corporal. La afectación de órganos como bazo, hígado o médula ósea indica una enfermedad avanzada (Ogilvie & Moore, 2008).

Una investigación con 15.000 casos de linfoma canino encontró que los machos intactos, los machos y hembras gonadectomizadas tenían el doble de probabilidad de desarrollar linfoma en comparación con las hembras intactas. No abordaron el momento de la gonadectomía. (Villamil et al., 2009). Examinando retrospectivamente los efectos de la castración en Golden Retrievers, de la Riva et al. (2013), descubrieron que en machos con gonadectomía temprana tenían 3 veces más probabilidad de desarrollar linfoma en comparación con los sexualmente intactos. Lo mismo que en perros Vizslas, donde las hembras y machos gonadectomizados tenían 4,3 veces más probabilidad de tener linfoma o linfosarcoma en comparación con los perros intactos. En estos casos no hubo diferencias significativas en la edad al momento del diagnóstico entre perros gonadectomizados y los sexualmente intactos (Zink et al., 2014)

Por el contrario, estudios en Labrador y Golden Retrievers y Pastores Alemanes no encontraron un impacto significativo de la gonadectomía en el riesgo de linfoma ni en hembras ni en machos (Hart et al., 2014; Hart et al., 2016)

4.6.1.4 Mastocitoma

El tumor de células cebadas, conocido como mastocitoma, se localiza en el tejido cutáneo canino y, aunque generalmente son solitarios, pueden presentarse de manera múltiple y con diversas formas. Estos tumores se originan en la dermis, extendiéndose hacia el tejido subcutáneo y muscular subyacente. Afecta a perros de edad avanzada, con una edad media de 9 años, sin mostrar preferencia por el sexo, pero se observa con mayor frecuencia en ciertas razas como Boxers, Rodesianos, Pugs, Boston Terriers, Pit Bull Terriers y Weimaraners (De Nardi et al., 2022; Ogilvie & Moore, 2008; Romairone y Cartagena, 2014). Su incidencia oscila entre el 20,9% y el 22,4%, es la segunda neoplasia maligna más frecuente en perros. En relación a la predisposición sexual, los resultados han sido contradictorios (De Nardi et al., 2022) El pronóstico de la enfermedad varía, oscilando entre favorable y desfavorable según el grado histológico, y estos tumores contienen sustancias vasoactivas, como histamina y heparina, que pueden dar lugar a signos clínicos no cutáneos. Además, su manipulación puede desencadenar efectos locales, como edema, inflamación y aumento del sangrado quirúrgico (De Nardi et al., 2022; Romairone & Cartagena, 2014).

El riesgo de mastocitoma se ha asociado con la gonadectomía en diversos estudios, White et al. (2011) señalan un mayor riesgo para las hembras castradas en comparación

con las hembras intactas. Un análisis retrospectivo realizado en Golden Retrievers revelaron una notable disparidad en la incidencia de mastocitoma entre hembras sexualmente intactas y hembras esterilizadas. Se diagnosticó en el 2,3% de las hembras castradas tempranamente y en el 5,7% de las hembras castradas tardíamente, no se diagnosticó ningún caso en hembras intactas. Las edades medias de aparición para las perras castradas tempranamente y tardíamente fueron de 6,2 y 6,5 años, respectivamente. No se encontraron diferencias en la ocurrencia de mastocitoma en los machos (de la Riva et al., 2013).

En el caso de los perros Vizslas, Zink et al. (2014) identificaron que tanto hembras como machos castrados tenían 3,5 veces más probabilidad de desarrollar mastocitoma en comparación con aquellos sexualmente intactos. Además, observaron que el mastocitoma se diagnosticaba a una edad significativamente más temprana en perros castrados que en perros intactos. Estos resultados se replicaron en estudios realizados en perros Golden Retrievers, Labrador Retrievers y Pastores Alemanes (Hart et al., 2014; Hart et al., 2016)

4.6.1.5 Neoplasia Prostática

La neoplasia prostática en perros es una afección poco común, con una incidencia que varía entre el 0,2% y el 0,6% de los casos caninos (Couto & Nelson, 2010; Romairone & Cartagena, 2014). El carcinoma prostático es la forma más frecuente de neoplasia prostática en los perros y suele presentarse en perros de edad avanzada, con una edad media de 10 años (Couto & Nelson, 2010; Ogilvie & Moore, 2008). Estos tumores tienen su origen principal en el epitelio ductular/urotelial. Los síntomas asociados con la neoplasia prostática incluyen tenesmo, estreñimiento, estranguria, dolor y anomalías en la marcha debido a las metástasis óseas, así como la pérdida de peso (Couto & Nelson, 2010; Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014). A diferencia de otras neoplasias, la gonadectomía no parece tener un efecto protector sobre el riesgo de desarrollar carcinoma prostático (Ogilvie & Moore, 2008; Romairone & Cartagena, 2014).

En la misma línea, un estudio con 2219 perros machos concluyó que la gonadectomía es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de próstata. Al evaluar el riesgo relativo asociado con la condición de macho castrado en comparación con intacto, observaron un aumento significativo en todas las categorías de tumores prostáticos. El riesgo varió según la raza, lo que sugiere la influencia de factores genéticos. Además, los perros mestizos muestran un riesgo significativamente mayor de cáncer de próstata. Este estudio abarcó distintos tipos de cáncer prostático, como el adenocarcinoma prostático y el carcinoma prostático, proporcionando una visión integral de la relación entre la esterilización, la genética y la neoplasia prostática en perros (Bryan et al., 2007).

Sorenmo et al. (2003) establece que la orquiectomía no previene ni disminuye el riesgo de cáncer de próstata. De hecho, puede aumentar el mismo, con una razón de probabilidad de 3,9 en perros castrados frente a intactos. La muestra comprendió un total de 70 perros, de los cuales 49 estaban castrados y 21 permanecieron intactos. La edad

promedio fue de 10 años, con un rango que varió entre 5 y 18,5 años. Se destacó que la mayoría de los perros diagnosticados con cáncer de próstata había sido castrados, presentando una edad promedio de 2 años en el momento de la intervención. La incidencia relativamente baja de cáncer de próstata en perros intactos sugiere que las hormonas testiculares pueden ser protectoras o tener efectos indirectos en el desarrollo del cáncer al alterar el entorno prostático. La inmunohistoquímica en 58 casos mostró que la mayoría de los carcinomas prostático caninos son de origen ductual/urotelial independiente de andrógenos.

Teske et al. (2002) evaluaron diversas enfermedades prostáticas. Entre ellas, la hiperplasia prostática benigna representó el 57,1%, la prostatitis el 19,3% y el carcinoma prostático el 13%. La conclusión fue que la gonadectomía aumentó el riesgo de carcinoma prostático en perros castrados más de 100 días antes del diagnóstico, independientemente de otros problemas prostáticos. Aunque no se trata de un estudio de casos y controles, sugiere que la castración no desencadena el desarrollo del carcinoma prostático, sino que favorece su progresión tumoral.

4.6.2 Trastornos Articulares

Durante el proceso de crecimiento, los andrógenos y estrógenos desempeñan un papel crucial en la configuración, dimensiones y madurez del esqueleto, contribuyendo, además, a la homeostasis ósea (Manolagas, O'Brien & Almeida, 2013). La gonadectomía, por otro lado, se ha vinculado al surgimiento de enfermedades en el sistema músculo esquelético (Reichler, 2009). Salmeri et al. (1991) señaló que la gonadectomía temprana puede retardar el cierre de las placas epifisarias debido a la ausencia de exposición a los esteroides sexuales, prolongando así la fase de crecimiento.

Zink et al. (2023) observaron un aumento en las probabilidades de desarrollar problemas ortopédicos tras la gonadectomía. Los perros machos castrados y las hembras castradas exhibieron una mayor incidencia de problemas ortopédicos en comparación con los machos intactos y las perras histerectomizadas, respectivamente. Además, se encontró que los machos intactos presentaron mayores probabilidades de experimentar problemas ortopédicos en comparación con las perras intactas. Asimismo, se identificó una asociación entre el tamaño corporal y la edad con un aumento en las probabilidades de padecer problemas ortopédicos.

Hart et al. (2014) llevaron a cabo una investigación sobre los efectos de la castración en el desarrollo de trastornos articulares, enfocándose en la displasia de cadera, la displasia de codo y la rotura del ligamento cruzado craneal en Labrador Retrievers y Golden Retrievers. Entre los machos Golden intactos, la incidencia de trastornos articulares fue del 5%. Sin embargo, la castración antes de los 6 meses aumentó esta incidencia al 27%, y entre los 6 y 11 meses, al 14%. La displasia de cadera fue el trastorno más vinculado a la castración. En hembras, la incidencia de trastornos articulares fue del 5%, pero aumentó al 20% si la castración se realizó antes de los 6 meses. En Labrador Retriever, la incidencia de trastornos articulares en machos intactos fue del 5% pero aumentó

significativamente al 12,5% si se castraban antes de los 6 meses. La rotura del ligamento cruzado craneal y la displasia de codo fueron los más vinculados. En hembras, el riesgo se duplica con la castración antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, siendo la displasia de cadera el trastorno más común. En una investigación posterior, Hart et al. (2016) profundizaron en la relación entre la castración realizada en diferentes intervalos de edad y la incidencia de trastornos articulares en Pastor Alemán. Con una muestra de 1170 perros. Se encontró que la incidencia de al menos un trastorno articular en machos intactos fue del 6,6%. En machos castrados antes de los 6 meses, la incidencia aumentó al 20,8%, tres veces más que los intactos. En el grupo castrado entre los 6 y 11 meses, la incidencia fue del 16,6%, más del doble que en los intactos. Es relevante destacar que, en los machos intactos, la principal afección fue la displasia de cadera, mientras que, en los machos castrados, la rotura del ligamento cruzado craneal fue predominante, con un aumento significativo en el grupo de esterilización temprana. En hembras, la incidencia de al menos un trastorno articular fue del 5,1%. En el grupo castradas antes de los 6 meses, la incidencia fue del 12,5%, más del doble que en las intactas. En el grupo castradas entre los 6 y 11 meses, la incidencia aumentó al 17%, tres veces más que en intactas. Al igual que en los machos, la displasia de cadera fue la afección predominante en hembras intactas, mientras que, en las castradas, la rotura del ligamento cruzado craneal se convirtió en la principal, con prevalencia del 4,6% y 8,3% en los grupos castrados antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, respectivamente.

Hart et al. (2020) llevaron a cabo un exhaustivo estudio que englobó a 35 razas de perros para explorar la relación entre la castración y la incidencia de trastornos articulares (displasia de cadera, displasia de codo y rotura del ligamento cruzado craneal). En su mayoría, las razas no exhibieron un aumento significativo en la prevalencia de estas enfermedades con el momento de la castración, destacándose que la vulnerabilidad a los trastornos articulares asociados a la castración está mayormente vinculada al tamaño corporal de los perros. A seguir mencionamos las razas que tuvieron resultados significativos:

En el caso específico de los Pastores Ganaderos Australianos, la castración de machos no se asocia con mayor riesgo de trastornos articulares, mientras que, en hembras castradas antes de los 6 meses, el riesgo aumentó al 15% (*versus* el 2% en intactas).

En cuanto a los Beagles, solo el 2% de los machos intactos presentaron trastornos articulares, pero entre los machos castrados entre los 6 y 11 meses, la incidencia aumentó significativamente al 15%.

Los Boyeros de Berna, por su parte, mostraron que el 4% de los machos intactos y el 11% de las hembras intactas presentaban al menos un trastorno articular. La castración de machos antes de los 2 años se participa con un aumento significativo del 23-24%, mientras que, en hembras castradas antes de los 6 meses, el riesgo aumentó más del triple, aunque sin alcanzar significación estadística.

En Bulldogs, la castración antes de los 6 meses elevó la incidencia de trastornos articulares al 15% para machos y al 18% para hembras, aunque estos incrementos no fueron estadísticamente significativos.

Los Cocker Spaniel presentaron un aumento significativo en la incidencia de trastornos articulares en machos castrados antes de los 6 meses, alcanzando el 11%, mientras que en hembras castradas no se observa un aumento significativo.

En el caso de los Pastores Alemanes, la castración en machos antes de los 6 meses, entre los 6 y 11 meses, y entre 1 y 2 años se compara con mayores riesgos, alcanzando el 19%, 18%, y 9%, respectivamente. En hembras, la castración antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses se comprometió con un nivel de riesgo aumentado del 20% y 15%, respectivamente, mientras que la castración entre 1 y 2 años se complicó con un nivel de riesgo del 5%.

En Perros Perdigueros, la castración en machos antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses se compara con riesgos del 25% y 11%, respectivamente. En hembras, la castración antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses se compromete con riesgos del 18% y 11%.

Para los Labrador Retrievers, la castración antes de los 6 meses elevó la incidencia al 13% para machos y al 11% y 12% en hembras castradas antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, respectivamente.

En Caniches Miniatura, no se registró la aparición de trastornos articulares en machos o hembras intactas. Sin embargo, en machos castrados entre los 6 y 11 meses, se observará una incidencia significativa del 9% en trastornos articulares.

En Rottweilers, el 8% de los machos y el 16% de las hembras intactas presentan uno o más trastornos articulares. En machos castrados antes de los 6 meses y entre los 6 y 11 meses, se registraron incidencias del 10% y 22%, respectivamente. En hembras, la castración antes de los 6 meses resultó en una incidencia significativa del 43%.

En San Bernardos, en machos y hembras intactas, la incidencia de uno o más trastornos articulares fue del 8% y 6%, respectivamente. Sin embargo, en hembras castradas antes de los 6 meses, los trastornos articulares aumentan significativamente en un 100%.

Es esencial subrayar que estos hallazgos son generales y que la relación entre la castración y los trastornos articulares puede variar según la raza, el tamaño y otros factores específicos de cada perro. Además, la falta de significancia estadística en algunos casos puede atribuirse a limitaciones en el tamaño de la muestra o a la variabilidad natural en las poblaciones de perros estudiadas.

A continuación, se desarrollará la bibliografía encontrada con respecto a la influencia de la gonadectomía sobre los diferentes trastornos articulares en particular.

4.6.2.1 Displasia de Cadera

Es uno de los motivos más frecuentes de claudicación en miembros posteriores en perros. Los signos clínicos son muy variables, desde cojera aguda o crónica, marcha

oscilante, dificultad para ponerse de pie o saltar. No se sabe cuál es la causa exacta de la displasia de cadera, se sospecha que tiene un origen multifactorial que combina factores genéticos predisponentes y factores ambientales contribuyentes. Aunque todos los perros pueden presentarla, es más frecuente en las razas de gran porte. La displasia de cadera se observa principalmente en dos grupos de edades, animales jóvenes de 4 a 12 meses, y animales mayores a 15 meses (Calvo, 2020).

En un estudio significativo realizado por Spain et al. (2004) que abarcó a 1842 perros, se detectó que la gonadectomía temprana se relacionaba con una incidencia significativamente mayor de displasia de cadera. Entre los perros gonadectomizados antes de los 5,5 meses de edad (considerada temprana), el 6,7% desarrolló displasia de cadera, en comparación con el 4,7% de los perros gonadectomizados después de los 5,5 meses a los 12 meses (considerada tardía). Los animales castrados tempranamente recibieron el diagnóstico de displasia de cadera a una edad media de 33 meses, mientras que aquellos castrados más tarde fueron diagnosticados a los 44 meses en promedio. El 54% de los perros con displasia de cadera también presentaban artrosis u otros problemas articulares que requerirían atención veterinaria. Además, los perros castrados después de los 5,5 meses tenían tres veces más probabilidades de ser sacrificados por la afección en comparación con aquellos castrados antes de los 5,5 meses. Cabe destacar que estos datos se recopilaban a través de un cuestionario proporcionado a los propietarios, y no se confirma si el diagnóstico de displasia de cadera fue realizado por un veterinario en todos los casos.

Van Hagen, et al. (2005) siguió por ocho años un grupo de 1733 perros de la raza Bóxer. Donde observó que los perros gonadectomizados antes de cumplir los 6 meses tenían un riesgo 1,5 veces mayor de desarrollar displasia de cadera en comparación con los perros intactos. Sin embargo, es crucial señalar que este análisis no demostró el peso corporal, un factor extrínseco significativo que influye en el desarrollo de la displasia de cadera.

Witsberger et al. (2008), evaluó la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la displasia de cadera y la deficiencia del ligamento cruzado craneal en perros. La castración se identificó como un factor que aumentó significativamente la probabilidad de desarrollar displasia de cadera en un 17%, especialmente en machos castrados. Además, la edad se destacó como un factor de riesgo, siendo los perros de 2 meses a 1 año y de 1 a 4 años más propensos a ser diagnosticados con displasia de cadera. No obstante, la falta de información sobre la edad de castración en relación con el diagnóstico de displasia de cadera limita la capacidad de establecer una relación causal clara.

De la Riva (2013) llevó a cabo un estudio retrospectivo sobre los efectos de la castración en los riesgos de diversas enfermedades en Golden Retrievers. En machos castrados tempranamente, la incidencia de displasia de cadera fue más del doble en comparación con los machos intactos (10,3% versus 5,1%, respectivamente). Sin embargo, esta diferencia no se encontró en hembras esterilizadas temprana o tardíamente.

4.6.2.2 Rotura del Ligamento Cruzado Craneal

Es el trastorno ortopédico de la rodilla más frecuente en los perros. Suele observarse en perros de edad avanzada, en la mayoría de los casos es de etiología degenerativa, aunque a veces es de origen traumático. Es una enfermedad multifactorial, en su aparición influyen diversos factores, como la herencia genética, la conformación anatómica, la castración precoz, el exceso de peso, el sedentarismo, entre otras. Combinados, estos factores dan lugar a una discrepancia entre las fuerzas mecánicas que se transmiten al ligamento y la capacidad de este para soportarlas, lo que finalmente provoca la rotura del ligamento y la aparición de una artropatía degenerativa. Los perros suelen presentar una cojera en miembro posterior en diferente grado (Clavo, 2020)

Spain et al. (2004) resalta que la mayor longitud de los huesos largos en animales gonadectomizados precozmente altera el ángulo y la conformación de las articulaciones, predisponiendo a la rotura del ligamento cruzado craneal. Salmeri et al. (1991) sugiere que el retraso en el cierre de las placas de crecimiento de la tibia podría resultar en un ángulo mayor de la meseta tibial, generando así mayores fuerzas sobre el ligamento cruzado craneal.

En el estudio de Slauterbeck et al. (2004), observaron que los perros gonadectomizados tenían una prevalencia significativamente mayor de rotura del ligamento cruzado craneal en comparación con los perros intactos, siendo las hembras gonadectomizadas las que presentaban la mayor tasa de probabilidad de lesión del ligamento cruzado craneal. Además, los perros de gran tamaño tenían una mayor prevalencia de lesionarse en comparación con perros más pequeños, con tasas más altas de rotura del ligamento cruzado craneal para los animales castrados de todas las razas y tamaños. Sin embargo, es importante señalar que este estudio analizó datos de una sola clínica veterinaria y se centró en perros cuyos dueños buscaron atención por cojera, lo que podría introducir un sesgo en la muestra y limitar su representatividad para la población canina general. Otro punto importante a resaltar es la no mención de la edad a la que fueron castrados los animales.

En el estudio de Witsberger et al. (2008), que evaluó la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la displasia de cadera y la enfermedad del ligamento cruzado craneal en perros, se encontró que tanto machos como hembras castradas tenían entre 2 y 3 veces más probabilidades de desarrollar enfermedad del ligamento cruzado craneal en comparación con los perros intactos. La falta de información detallada sobre la edad a la que se sometieron los animales a la castración y si ya presentaban la afección antes de la gonadectomía limita la interpretación de los resultados. Además, la base de datos de registros médicos veterinarios utilizada puede no representar completamente la población general de perros.

De la Riva et al. (2013) examinó retrospectivamente los efectos de la castración en los riesgos de varias enfermedades en Golden Retrievers, encontrando que los perros castrados tempranamente tenían una mayor presentación de lesión del ligamento cruzado craneal en comparación con los perros intactos.

Hart et al. (2014) encontró que, en machos Labradores Retrievers castrados tempranamente, el riesgo de desarrollar rotura del ligamento cruzado craneal era un 7,6% mayor en comparación con los machos intactos, que tenían un riesgo del 2,3%. El estudio también tuvo en cuenta la condición corporal de los animales, mostrando que aquellos con rotura del ligamento cruzado craneal presentaban una condición corporal de 6, en comparación con animales sin ruptura que tenían una condición corporal de 5, tanto en machos esterilizados como en intactos. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre hembras castradas y hembras intactas en cuanto al riesgo de rotura del ligamento cruzado craneal y el momento de la gonadectomía.

En otro estudio realizado por Hart et al. (2016) en perros de la raza Pastor Alemán, se concluyó que la rotura del ligamento cruzado craneal fue la condición que presentó el mayor aumento en la incidencia asociada con la castración temprana. Este hallazgo destaca la importancia de considerar la raza específica al analizar los efectos de la castración en la salud articular de los perros.

Ekenstedt et al. (2017) evaluó Labradores Retrievers y descubrió que en las hembras castradas a la edad de un año o menos, hubo una mayor frecuencia de casos de rotura del ligamento cruzado craneal en comparación con las hembras castradas después de un año. Sin embargo, en machos, no se observó una diferencia significativa entre los animales afectados por la enfermedad y el grupo de control. Esto sugiere que la relación entre la castración temprana y la rotura del ligamento cruzado craneal puede variar entre machos y hembras.

Un estudio de cohorte en Golden Retrievers mostró que los perros gonadectomizados a los 6 meses o menos tenían más de un 300% de riesgo de sufrir lesiones ortopédicas, incluyendo rotura del ligamento cruzado craneal, en comparación con los perros intactos. Este estudio sugiere la posibilidad de una relación dosis-respuesta entre la duración de la exposición a las hormonas reproductivas y el riesgo de lesiones ortopédicas (Simpson et al., 2019).

4.6.2.3 Displasia de Codo

Es un conjunto de enfermedades o lesiones que se presentan en perros jóvenes entre 4 y 6 meses de edad, generalmente en razas medianas y grandes. La displasia de codo incluye las patologías de no unión del proceso uncóneo, proceso coronoides fragmentado, osteocondritis disecante y la incongruencia del codo. Son de origen genético, pero la alimentación y los traumatismos pueden tener un papel importante en su desarrollo (Perez, 2005).

En específico, la displasia de codo en machos de Labrador Retriever exhibe una mayor incidencia en aquellos gonadectomizados tempranamente, con un 4,2%, y entre los 2 y 8 años, con un 2,2%, en comparación con los machos intactos, que registran un 0,6%. Es relevante destacar que no se evidencia displasia de codo en machos castrados entre los 6 y 23 meses de edad. En el caso de las hembras de Labrador Retriever, no se observaron discrepancias en cualquier intervalo de edad de castración en comparación

con las intactas (Hart et al., 2014). Además, en un estudio a gran escala que involucró a 90.000 perros de diversas razas, no se encontró ningún impacto de la gonadectomía en el desarrollo de la displasia de codo (Belanger et al, 2017).

4.6.3 Metabolismo

4.6.3.1 Obesidad

La obesidad es una enfermedad inflamatoria crónica común en perros, presenta varios factores predisponentes entre ellos la raza, la edad, nutrición, estilo de vida y estatus reproductivo (Kustritz et al., 2007). Las hormonas sexuales están estrechamente relacionadas con la liberación de leptina por el eje hipotálamo-hipófisis-adrenales. La leptina es responsable del control de la ingesta de alimentos y la saciedad, e interactúa con el estrógeno en el control del apetito. De esta manera, como la castración disminuye la concentración de hormonas sexuales, contribuye al desarrollo de la obesidad al reducir la producción de leptina por parte del organismo (Mello,2011). Los propietarios tienen la capacidad de controlar el aumento de peso de manera efectiva mediante una alimentación adecuada y la implementación de ejercicio regular (Kustritz & Margaret, 2012).

Zink et al. (2023) observaron que los perros machos y las hembras intactas presentaban una menor propensión a ser reportados como obesos en comparación con sus contrapartes castradas. Además, los machos intactos mostraron una menor probabilidad de ser clasificados como obesos en comparación con los machos que habían sido sometidos a vasectomía. No se identificó una relación significativa entre la obesidad y la duración de la presencia de las gónadas ni con la edad de los perros. Sin embargo, se observó que las probabilidades asociadas a la obesidad aumentaban con el incremento en el tamaño corporal.

En el estudio retrospectivo de Lefebvre et al. (2013), se exploró la relación entre la gonadectomía en perros y el riesgo posterior de sobrepeso. Este incluyó a 1930 perros gonadectomizados y 1669 perros intactos. Los animales se dividieron en grupos según la edad a la que fueron castrados, menores 6 meses, de 6 meses a 1 año y mayores de 1 año a 5 años. Observaron que los perros sometidos a gonadectomía tenían un riesgo significativamente mayor de desarrollar sobrepeso en los primeros dos años después de la cirugía en comparación con perros sexualmente intactos. Este hallazgo señala la importancia de monitorear de cerca el peso de los perros después de la castración y tomar medidas preventivas durante este período crítico. Otra observación interesante surgió al analizar las diferencias de género. Los machos intactos muestran un riesgo significativamente menor de desarrollar sobrepeso en comparación con las hembras intactas. El estudio también subrayó que, aunque una proporción considerable de perros gonadectomizados mostró sobrepeso durante el período de estudio, también se observó que algunos perros sexualmente intactos presentaban esta condición.

Este estudio tuvo como objetivo explorar las asociaciones entre la gonadectomía y dos resultados significativos: sobrepeso/obesidad y lesiones ortopédicas, centrándose en una amplia cohorte de Golden Retrievers en un enfoque prospectivo. Abarcó 2764 perros, se

dividió la edad de la gonadectomía en cuatro categorías: intacta, <6 meses, >6 meses a <12 meses, y >12 meses. Los resultados revelaron que los perros gonadectomizados antes de los 6 meses no mostraron diferencias significativas en comparación con los grupos gonadectomizados entre 6 y 12 meses o mayores de 12 meses. Sin embargo, los perros gonadectomizados entre los 6 y 12 meses presentaron un 42% más de riesgo de sobrepeso/obesidad en comparación con el grupo gonadectomizados después de los 12 meses. Este hallazgo sugiere que la edad de la gonadectomía puede influir en el riesgo de sobrepeso/obesidad, con un aumento significativo en aquellos gonadectomizados durante el período de 6 a 12 meses. El estudio también exploró si la asociación entre la gonadectomía y el sobrepeso/obesidad difería por sexo. Se encontró un término de interacción significativa, y los análisis estratificados revelaron que, entre los perros intactos, las hembras tenían un 43% más de riesgo de sobrepeso/obesidad en comparación con los machos. Sorprendentemente, entre los perros gonadectomizados, las hembras tenían un 24% menos de riesgo de sobrepeso/obesidad. Esta observación destaca la complejidad de las interacciones entre la gonadectomía, el sexo y el riesgo de sobrepeso/obesidad. Es esencial señalar que este estudio se basó en una cohorte exclusiva de Golden Retrievers de pura raza, lo que podría limitar la generalización de los resultados a la población canina en su conjunto. Además, las diferencias notables en las tasas de sobrepeso/obesidad entre esta cohorte y poblaciones de perros más generalizadas señalan la importancia de considerar las características específicas de la raza al interpretar los resultados. (Simpson et al., 2019).

Estos resultados contradicen los hallazgos de Spain et al. (2004), donde informaron que los perros gonadectomizados antes de los 5,5 meses de edad tenían menos probabilidad de presentar sobrepeso en comparación con los perros gonadectomizados después de dicha edad. Sin embargo, el análisis de la condición corporal con sobrepeso se limitó solo a los perros que todavía vivían con sus dueños al momento del estudio (70% del total de cuestionarios).

4.6.3.2 Diabetes Mellitus

Es una enfermedad endocrina crónica que afecta el metabolismo de la glucosa debido a la deficiencia en la producción o acción de la insulina. El cuerpo no puede regular adecuadamente la glucosa, lo que resulta en niveles elevados de glucosa en sangre. Los síntomas comunes incluyen polidipsia, poliuria, polifagia y pérdida de peso. El diagnóstico y tratamiento precoces son fundamentales para manejar la diabetes en perros (Nelson & Reusch, 2014).

El estudio llevado a cabo por Mattin et al. (2014) para evaluar la prevalencia y los factores de riesgo asociados al diagnóstico de diabetes mellitus en perros atendidos en clínicas de atención primaria en Inglaterra proporcionó información sobre esta endocrinopatía. La identificación de 439 perros diagnosticados con diabetes mellitus reveló patrones y asociaciones significativas. La edad promedio de inicio de la diabetes mellitus en los perros fue de 9,9 años, y se observaron similitudes en la presentación clínica, como poliuria, polidipsia y pérdida de peso, independiente de la etiología subyacente.

De los perros diagnosticados, 105 eran hembras y 104 machos, con 68 y 81 pacientes, respectivamente, castrados en el momento del diagnóstico. Un hallazgo destacado fue la asociación significativa entre el estado de castración y la probabilidad de diabetes mellitus. Los machos castrados mostraron aproximadamente 2,5 veces más probabilidades de ser diagnosticados con esta afección que los machos intactos, mientras que no se detectó una diferencia significativa entre las hembras castradas e intactas. Estos resultados subrayan la importancia de considerar el estado reproductivo al evaluar el riesgo de diabetes mellitus en perros.

Además, se observaron asociaciones sólidas entre el peso, la raza y la diabetes mellitus. Los perros más ligeros y las razas pequeñas tenían mayores probabilidades de ser diagnosticados, mientras que las razas grandes generalmente presentaban menores probabilidades. Este hallazgo resalta la importancia de la gestión del peso y la consideración de la raza al evaluar el riesgo de diabetes mellitus en perros.

En resumen, este estudio destaca la complejidad de la diabetes mellitus canina y la necesidad de considerar múltiples factores, incluyendo el género, la castración, el peso y la raza, al evaluar el riesgo de esta enfermedad en los perros.

4.6.4 Trastornos autoinmunes

Sundburg et al. (2016), evaluaron la relación entre el estado reproductivo y las enfermedades reguladas por el sistema inmunológico en perros. Se investigó la prevalencia y el riesgo de diversas condiciones, como dermatitis atópica, anemia hemolítica autoinmune, miastenia grave canina, colitis, hipoadrenocorticismo, hipotiroidismo, poliartitis inmunomediada, trombocitopenia inmunomediada, enfermedad inflamatoria intestinal, lupus eritematoso y complejo de pénfigo, en hembras (intactas y castradas), y machos (intactos y castrados). Se analizaron los registros de 90,090 pacientes.

Los resultados revelaron que los perros castrados presentaron un riesgo significativamente mayor de sufrir dermatitis atópica, anemia hemolítica autoinmune, hipoadrenocorticismo, hipotiroidismo, trombocitopenia inmunomediada y enfermedad inflamatoria intestinal en comparación con los perros intactos. Las hembras castradas exhibieron un riesgo superior al de los machos castrados para la mayoría de las enfermedades, con excepción de la anemia hemolítica autoinmune e hipoadrenocorticismo. Además, encontraron que las hembras castradas tenían un riesgo significativamente mayor de lupus eritematoso en comparación con las hembras intactas.

Seis de las enfermedades autoinmunes evaluadas presentaron una mayor prevalencia en perros castrados, respaldando la idea de que la castración puede tener efectos perjudiciales en la salud y función inmunológica canina. Sin embargo, dado que el estudio es retrospectivo y basado en registros de un hospital veterinario, presenta limitaciones y no establece causalidad.

4.6.5 Trastornos de Comportamiento

Muchas personas solicitan la gonadectomía para mitigar comportamientos reproductivos no deseados en sus mascotas, ya sea porque no desean o no pueden tolerar tales conductas. En perros machos, estos comportamientos pueden incluir el montaje de otros animales, personas u objetos inanimados, así como la marcación con orina. Por otro lado, las perras pueden manifestar conductas alteradas durante el éstro, como un aumento de la agresión, anidación, instintos maternos y lactancia asociados a la pseudogestación. La gonadectomía se presenta como un tratamiento combinado recomendado para abordar estos problemas de comportamiento. Sin embargo, es crucial destacar que este procedimiento no garantiza la modificación de todos los comportamientos no deseados, y su eficacia puede variar en función de la naturaleza específica de cada conducta (Kustritz., 2012).

Zink et al. (2023) encontraron que los machos castrados tenían una mayor propensión a desarrollar comportamientos problemáticos en comparación con los machos intactos, hembras intactas, hembras castradas y machos vasectomizados. Las probabilidades asociadas de manifestar conducta problemática disminuyeron a medida que las gónadas permanecían presentes.

En cuanto a las hembras, tanto las intactas como las castradas presentaron una menor probabilidad de exhibir comportamientos molestos en comparación con los machos intactos, machos castrados, machos vasectomizados y hembras histerectomizadas. Además, una mayor duración de la presencia de gónadas redujo la probabilidad de desarrollar conductas molestas en las hembras.

En un estudio que analizó los riesgos y beneficios a largo plazo de la gonadectomía en perros abordaron diversas alteraciones conductuales e identificaron siete resultados conductuales que presentaron asociaciones significativas con la edad en el momento de la gonadectomía. Entre los perros machos y hembras, se observó que la reducción de la edad en el momento de la gonadectomía se vinculó con un incremento en las tasas de fobias al ruido y comportamientos sexuales. Por el contrario, la tendencia a escapar se demostró como un problema menos grave y disminuyó con la disminución de la edad en el momento de la gonadectomía. Se evidenció que la ansiedad por separación y la micción en la casa por miedo eran menos frecuentes entre los perros sometidos a gonadectomía antes de los 5,5 meses de edad. En relación a otros tres comportamientos específicos (egresión hacia un miembro de la familia, ladridos o gruñidos a los visitantes y ladridos excesivos que molestan a un miembro del hogar), se identificó una interacción significativa entre la edad de la gonadectomía y el sexo, indicando riesgos diferenciales entre machos y hembras. Asociándose significativamente con la edad de la gonadectomía en los machos, mientras que no se observaron asociaciones significativas en las hembras. La agresión hacia los miembros de la familia fue más frecuente entre los machos gonadectomizados antes de los 5,5 meses, y la reducción de la edad de la gonadectomía se relacionó con tasas más altas de ladridos o gruñidos a los visitantes. (Spain et al., 2004).

Mientras tanto Zink et al. (2014) reveló que los perros Vizslas que habían sido sometidos a la gonadectomía tenían una probabilidad significativamente mayor de desarrollar problemas de comportamiento en comparación con los perros que permanecían sexualmente intactos. Se observó que los perros sometidos a la gonadectomía antes de los 6 meses de edad tenían 1,8 veces más probabilidades de experimentar trastornos de comportamiento en comparación con los perros intactos. No se observaron diferencias significativas en los perros gonadectomizados cuando se realizó la cirugía entre los 7 y los 12 meses de edad o después de los 12 meses. Asimismo, se notó que cuanto más joven era el perro en el momento de la gonadectomía, más temprano se diagnosticaron problemas de comportamiento. El trastorno más común observado fue el miedo a las tormentas, con una probabilidad 4,1 veces mayor en perros gonadectomizados, independientemente de la edad a la que se realizaron la cirugía, en comparación con los perros sexualmente intactos. Además, las hembras tenían 1,4 veces más probabilidades de presentar este tipo de trastorno en comparación con los machos. También se destacó que las hembras experimentaron un inicio significativamente más temprano de miedo, independientemente de su estado reproductivo, en comparación con los machos. Es importante mencionar que los problemas de comportamiento más frecuentes en los Vizslas en este estudio no incluían comportamientos sexuales, como el montar o marcar con orina, sino que estaban relacionados principalmente con miedos y ansiedades.

En una cohorte de catorce perros sanos de la raza Pastor Alemán, con edades entre 5 y 10 meses, fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: uno de perros sexualmente intactos y otro sometido a ovariectomía. Se grabaron sus comportamientos en vídeo 4 a 5 meses después del tratamiento y se analizaron para evaluar los efectos de la intervención en la reactividad. Los resultados revelaron que los perros del grupo ovariectomizadas exhibieron mayor reactividad en comparación con los perros intactos, evidenciado por clasificación medianas más altas en el grupo sometido a la cirugía. Este hallazgo sugiere que los veterinarios deben informar a los propietarios sobre la posibilidad de que una perra se vuelva más reactiva después de la ovariectomía. Este aumento en la reactividad podría deberse a la pérdida de los efectos calmantes de la progesterona o a la estimulación de la liberación de andrógenos suprarrenales debido a las gonadotropinas elevadas. Es esencial que los profesionales de la salud animal comuniquen de manera efectiva estos posibles efectos secundarios a los dueños de mascotas para una toma de decisiones informada (Kim et al., 2006).

Palestrini et al. (2021), llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de la gonadectomía en el comportamiento de perros a lo largo un periodo de nueve meses. La muestra consistió en un total de 96 perros, divididos en dos grupos: 48 castrados (15 machos y 33 hembras) y 48 intactos (17 machos y 31 hembras). Se realizaron entrevistas a los dueños en dos momentos, al inicio (T0) y nueve meses después (T1) para recopilar información sobre el comportamiento de sus mascotas.

En relación con el comportamiento alimentario y el peso de los perros, no se observaron cambios significativos a lo largo del tiempo en ambos grupos y sexos. El comportamiento de marcado tampoco mostró variaciones significativas en ambos grupos. Sin embargo, algunos comportamientos, como ladrar, deambular, inquietud, agresión hacia el dueño, agresión hacia extraños, agresión entre perros, eliminación inapropiada y monta,

mostraron una tendencia a ser más frecuentes en el grupo castrado, aunque no de manera significativa.

En el grupo de machos castrados, se informó de una disminución en comportamientos como la monta, tirar de la correa y la agresión dirigida hacia el dueño. No se observaron cambios significativos en comportamientos como comer, beber, dormir, exploración, aseo, fobias y agresión hacia extraños en ambos grupos a lo largo del tiempo.

En el caso de las hembras, no se observaron cambios significativos en comportamientos como comer, beber, exploración, aseo, masticar objetos, destrucción, juego, pica, coprofagia, deambular, tirar de la correa, eliminación inadecuada, fobias y agresión en ambos grupos. Sin embargo, en perras castradas, se observó una disminución no significativa en ladridos y agitación con el tiempo.

No se observó una disminución significativa en la agresión entre machos después de nueve meses, ya sea que los perros fueran castrados o no. Sin embargo, se notó una tendencia a la disminución en la agresión dirigida hacia el dueño en los perros machos castrados después de nueve meses. Esto podría indicar un posible efecto positivo de la castración en ciertos aspectos del comportamiento, aunque la falta de significancia sugiere la necesidad de más estudios para confirmar esta tendencia. También se señala la dificultad de los propietarios para distinguir los diferentes tipos de comportamiento agresivo y la variabilidad en la clasificación de la agresión según el tipo de comportamiento. Dado que las causas de la agresión canina aún no se comprenden lo suficiente, la predicción precisa del efecto de la gonadectomía sobre la agresión sigue siendo un desafío. El comportamiento agresivo de los perros parece estar influenciado por múltiples factores ambientales y genéticos, lo que subraya la complejidad de esta área de estudio.

4.6.6 Aparato Urinario

Lichtker (2014, citado en Rodrigues Marchini, 2021) dice que la incontinencia urinaria, antes conocida como incontinencia urinaria sensible a los estrógenos, asociada a la esterilización, es el resultado de una disfunción en el mecanismo del esfínter uretral. Esto ocurre debido a que después del procedimiento, se producen cambios fisiológicos, como alteraciones hormonales, una disminución en la capacidad de contracción del músculo detrusor y modificaciones en la regulación de la presión de cierre uretral, lo que puede resultar en disfunción del orificio uretral.

Su aparición es mayor en perras castradas (4 a 21%), en comparación con las intactas (0,3%) (Reichler, 2010b). El riesgo más significativo de desarrollar esta condición se incrementa aún más cuando la técnica se lleva a cabo en una etapa temprana, antes de los tres meses de edad, debido a la inmadurez del sistema genital (Howe, 2015; Kustritz 2007). La falta de hormonas reproductivas en la etapa prepuberal puede dar lugar a una formación inadecuada de los órganos reproductivos en los perros (Reichler, 2010b). En las perras, se pueden observar problemas tales como la mala formación de los genitales externos, la involución del epitelio vaginal, la reducción del tamaño de la vulva y una

mayor susceptibilidad a infecciones como la vaginitis. Asimismo, las perras tienen una mayor predisposición a desarrollar dermatitis perivulvar, especialmente si experimentan incontinencia urinaria (Kustritz, 2007).

Hubo una interacción significativa entre la gonadectomía y la cistitis e incontinencia urinaria. La incidencia de cistitis fue significativamente mayor en la hembra gonadectomizadas antes de los 5,5 meses de edad. La disminución de la edad la gonadectomía se asoció con una mayor incidencia de incontinencia urinaria, principalmente en las castradas antes de los 3 meses (Spain et al., 2004).

Hart et al. (2016) que evaluó perros Pastores Alemanes no registró casos de incontinencia urinaria en hembras intactas. Sin embargo, en las esterilizadas antes de los 6 meses, se observó una incidencia de incontinencia urinaria del 4.7%. En el grupo esterilizado entre los 6 y 11 meses, la incidencia aumentó significativamente, llegando al 7.3% en comparación con las intactas. La edad promedio de inicio de la incontinencia urinaria en las hembras esterilizadas de manera temprana fue de 5.2 años.

5 REFLEXIONES FINALES

En el contexto de la gonadectomía en perros, la falta de consenso sobre la edad óptima para llevar a cabo esta práctica ha generado debates y la necesidad de evaluaciones individualizadas. Aunque los estudios respaldan la seguridad de la gonadectomía en perros desde temprana edad, la ausencia de investigaciones prospectivas a largo plazo plantea incertidumbres. Para animales sin dueño, se recomienda la esterilización antes de la adopción, mientras que, para mascotas con dueño, la decisión debe basarse en una evaluación cuidadosa de los aspectos positivos y negativos, considerando la información de manera crítica.

La relación entre la gonadectomía y diversas enfermedades ha sido objeto de múltiples estudios, pero la falta de consideración de la edad en muchos análisis destaca la necesidad de investigaciones adicionales. La recomendación de la gonadectomía, especialmente la prepuberal, debe ser cuidadosa y considerar factores como la raza, el origen y el destino previsto para el perro. Además, la perspectiva individualizada y reflexiva es esencial para la salud y el bienestar de cada mascota.

La importancia de la consulta reflexiva entre el cliente y el veterinario se destaca, especialmente al considerar la castración en perros con trastornos heredados. La variabilidad en las edades apropiadas para castrar también se reconoce, subrayando la necesidad de discutir este tema con los tutores de nuevos cachorros.

En última instancia, se destaca la necesidad de una evaluación integral para decidir la gonadectomía, considerando factores como raza, tamaño, edad y otros aspectos únicos de cada animal. La diversidad de beneficios y efectos adversos asociados con la gonadectomía subraya la importancia de un enfoque personalizado que considere las circunstancias específicas de cada caso. La toma de decisiones sobre la gonadectomía debe basarse en una evaluación completa de la salud y el bienestar del perro,

garantizando la ética profesional y la minimización de pérdidas posteriores al procedimiento.

Se sugiere la necesidad de estudios prospectivos adicionales, con un diseño experimental riguroso que minimice las variaciones y permita un análisis más preciso para informar de manera sólida las recomendaciones sobre la edad adecuada para la gonadectomía en perros, para poder discutir con la bibliografía actual.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Agüero Vega, L. A. (2006). Estudio epidemiológico retrospectivo de las principales patologías en caninos y felinos y de variables administrativas. *Hospital Clínico Veterinario, Universidad de Chile*.
- Beauvais, W., Cardwell, J. M., & Brodbelt, D. C. (2012). The effect of neutering on the risk of mammary tumours in dogs—a systematic review. *Journal of Small Animal Practice*, 53(6), 314-322.
- Belanger, J. M., Bellumori, T. P., Bannasch, D. L., Famula, T. R., & Oberbauer, A. M. (2017). Correlation of neuter status and expression of heritable disorders. *Canine genetics and epidemiology*, 4(1), 1-12.
- Bryan, J. N., Keeler, M. R., Henry, C. J., Bryan, M. E., Hahn, A. W., & Caldwell, C. W. (2007). A population study of neutering status as a risk factor for canine prostate cancer. *The prostate*, 67(11), 1174-1181.
- Bushby, P. A. (2018). The optimal age for spay/neuter: a critical analysis of spay neuter literature. *In Southwest Veterinary Symposium*.
- Calvo, I. (2020). *Ortopedia en los pequeños animales: el miembro posterior*. Zaragoza: Servet.
- Cazzuli, G., Damián, J. P., Molina, E., & Pessina, P. (2022). Post-castration prostatic involution: A morphometric and endocrine study of healthy canines and those with benign prostatic hyperplasia. *Reproduction in Domestic Animals*, 57(2), 157-164.
- Cooley, D. M., Beranek, B. C., Schlittler, D. L., Glickman, N. W., Glickman, L. T., & Waters, D. J. (2002). Endogenous gonadal hormone exposure and bone sarcoma risk. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 11(11), 1434-1440.
- de la Riva, G. T., Hart, B. L., Farver, T. B., Oberbauer, A. M., Messam, L. L. M., Willits, N., & Hart, L. A. (2013). Neutering dogs: effects on joint disorders and cancers in golden retrievers. *PloS one*, 8(2), e55937.
- Di Nardo, A., Candeloro, L., Budke, C. M., & Slater, M. R. (2007). Modeling the effect of sterilization rate on owned dog population size in central Italy. *Preventive veterinary medicine*, 82(3-4), 308-313.
- Diesel, G., Brodbelt, D., & Laurence, C. (2010). Survey of veterinary practice policies and opinions on neutering dogs. *Veterinary Record*, 166(15), 455-458.
- Domingues, L. R., Cesar, J. A., Fassa, A. G., & Domingues, M. R. (2015). Guarda responsável de animais de estimação na área urbana do município de Pelotas, RS, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 20, 185-192.

- Downes, M., Canty, M. J., & More, S. J. (2009). Demography of the pet dog and cat population on the island of Ireland and human factors influencing pet ownership. *Preventive veterinary medicine*, 92(1-2), 140-149.
- Dyce, K.M., Sack, W. O. & Wensing, C.J.G. (2012). *Anatomía Veterinaria* (4ª ed.). México: Manual Moderno.
- Ekenstedt, K. J., Minor, K. M., Rendahl, A. K., & Conzemius, M. G. (2017). DNM1 mutation status, sex, and sterilization status of a cohort of Labrador retrievers with and without cranial cruciate ligament rupture. *Canine Genetics and Epidemiology*, 4, 1-7.
- Equipo Consultores (2017). *Estudio cuantificación y caracterización de la población canina de Uruguay*. [Encuesta]. Recuperado de https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2021-04/informe_cotryba_0.pdf
- Equipos Consultores (2023). *Hay más de 2.700.000 perros y gatos en los hogares uruguayos, y hay apoyo a medidas de control poblacional*. [Encuesta]. Recuperado de <https://equipos.com.uy/perros-y-gatos-en-hogares-uruguayos/#:~:text=M%C3%A1s%20de%201.800.000%20perros,el%20Estado%20regule%20la%20poblaci%C3%B3n>
- Fossum, T.W. (2019). *Cirugía en pequeños animales* (5ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Gedon, J., Wehrend, A., & Kessler, M. (2022). Ovariectomy reduces the risk of tumour development and influences the histologic continuum in canine mammary tumours. *Veterinary and Comparative Oncology*, 20(2), 476-483.
- Hagman, R. (2018). Pyometra in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 48(4), 639-661.
- Hart, B. L., Hart, L. A., Thigpen, A. P., & Willits, N. H. (2014). Long-term health effects of neutering dogs: comparison of labrador retrievers with golden retrievers. *PloS one*, 9(7), e102241.
- Hart, B. L., Hart, L. A., Thigpen, A. P., & Willits, N. H. (2016). Neutering of German Shepherd Dogs: associated joint disorders, cancers and urinary incontinence. *Veterinary Medicine and Science*, 2(3), 191-199.
- Hart, B. L., Hart, L. A., Thigpen, A. P., & Willits, N. H. (2020). Assisting decision-making on age of neutering for 35 breeds of dogs: associated joint disorders, cancers, and urinary incontinence. *Frontiers in Veterinary Science*, 388.
- Howe, L. M. (2006). Surgical methods of contraception and sterilization. *Theriogenology*, 66(3), 500-509.

- Kim, H. H., Yeon, S. C., Houpt, K. A., Lee, H. C., Chang, H. H., & Lee, H. J. (2006). Effects of ovariectomy on reactivity in German Shepherd dogs. *The Veterinary Journal*, 172(1), 154-159.
- Klein, B.G., (2020). Cunningham fisiología veterinaria (6ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Konig, H. E. & Liebich, H-G. (2005). *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color* (2ª ed.). Madrid: Buenos Aires.
- Kustritz, M. V. R. (2002). Early spay-neuter: clinical considerations. *Clinical techniques in small animal practice*, 17(3), 124-128.
- Kustritz, M. V. R. (2007). Determining the optimal age for gonadectomy of dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(11), 1665-1675.
- Kustritz, M. V. R., Johnston, S. D., & Lieberman, L. L. (2000). Availability of training for prepubertal gonadectomy at North American veterinary colleges. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216(10), 1566-1567.
- Kustritz, M. V. R., Slater, M. R., Weedon, G. R., & Bushby, P. A. (2017). Determining optimal age for gonadectomy in the dog: a critical review of the literature to guide decision making. *Clinical Theriogenology*, 9(2), 167-211.
- Kustritz, R. & Margaret, V. (2012). *Reproducción clínica de caninos y felinos: respuestas basadas en evidencia*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Lefebvre, S. L., Yang, M., Wang, M., Elliott, D. A., Buff, P. R., & Lund, E. M. (2013). Effect of age at gonadectomy on the probability of dogs becoming overweight. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(2), 236-243.
- Looney, A. L., Bohling, M. W., Bushby, P. A., Howe, L. M., Griffin, B., Levy, J. K., ... & Scarlett, J. M. (2008). The Association of Shelter Veterinarians veterinary medical care guidelines for spay-neuter programs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233(1), 74-86.
- Manolagas, S. C., O'brien, C. A., & Almeida, M. (2013). The role of estrogen and androgen receptors in bone health and disease. *Nature Reviews Endocrinology*, 9(12), 699.
- Marchini, L. R., & Amoroso, L. (2021). Castração pré-púbere e suas consequências: revisão de literatura. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, 19(1).
- Mattin, M. J. O. N., O'Neill, D., Church, D., McGreevy, P. D., Thomson, P. C., & Brodbelt, D. (2014). An epidemiological study of diabetes mellitus in dogs attending first opinion practice in the UK. *Veterinary Record*, 174(14), 349-349.

- De Nardi, A. B., dos Santos Horta, R., Fonseca-Alves, C. E., de Paiva, F. N., Linhares, L. C. M., Firmo, B. F., ... & Dagli, M. L. Z. (2022). Diagnosis, prognosis and treatment of canine cutaneous and subcutaneous mast cell tumors. *Cells*, 11(4), 618.
- Mello, W. G. D. (2011). Efeitos da castração e androgenização neonatal sobre o dimorfismo sexual esquelético e secreção de leptina e corticosterona em ratos.
- Memon, M. A. (2007). Common causes of male dog infertility. *Theriogenology*, 68(3), 322-328.
- Michelsen, J. (2013). Canine elbow dysplasia: aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *The Veterinary Journal*, 196(1), 12-19.
- Nelson, Richard W. (2020). *Medicina interna de pequeños animales*. (6ª ed.). Zaragoza: Edra.
- Nelson, R. W., & Reusch, C. E. (2014). Animal models of disease: classification and etiology of diabetes in dogs and cats. *Journal of endocrinology*, 222(3), T1-T9.
- Ogilvie, Gregory K & Moore, Antony S. (2008). *Manejo del paciente oncológico: guía práctica para una atención compasiva*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Palestrini, C., Mazzola, S. M., Caione, B., Groppetti, D., Pecile, A. M., Minero, M., & Cannas, S. (2021). Influence of gonadectomy on canine behavior. *Animals*, 11(2), 553.
- Perez, D. M. R. (2005). Displasia de codo. *Profesión veterinaria*, 15(62), 26-31.
- Poon, A. C., Matsuyama, A., & Mutsaers, A. J. (2020). Recent and current clinical trials in canine appendicular osteosarcoma. *The Canadian Veterinary Journal*, 61(3), 301.
- Reichler, I. M. (2009). Gonadectomy in cats and dogs: a review of risks and benefits. *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 29-35.
- Reichler, I. M. (2010a). Gesundheitliche Vor- und Nachteile der Kastration von Hündinnen und Rüden. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 152(6), 267-272.
- Reichler, I. M. (2010b). Urinary incontinence and puppy coat due to spaying in the bitch. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere*, 38(03), 157-162.
- Robinson, K. L., Bryan, M. E., Atkinson, E. S., Keeler, M. R., Hahn, A. W., & Bryan, J. N. (2020). Neutering is associated with developing hemangiosarcoma in dogs in the Veterinary Medical Database: An age and time-period matched case-control study (1964–2003). *The Canadian Veterinary Journal*, 61(5), 499.
- Rodriguez Gomez, J., Martinez Sañudo, M.J. & Graus Morales, J. (2007). *La cirugía en imágenes, paso a paso. El abdomen caudal*. Zaragoza: Servet.
- Rohlf, V. I., Bennett, P. C., Toukhsati, S., & Coleman, G. (2010). Why do even committed dog owners fail to comply with some responsible ownership practices? *Anthrozoös*, 23(2), 143-155.

- Romairone Duarte, Adrian & Cartagena Albertus, Juan Carlos. (2014). *Atlas de tumores: oncología en la clínica diaria*. Zaragoza: Servet.
- Root Kustritz, M. V. (2012). Effects of surgical sterilization on canine and feline health and on society. *Reproduction in domestic animals*, 47, 214-222.
- Salmeri, K. R., Olson, P. N., & Bloomberg, M. S. (1991). Elective gonadectomy in dogs: a review. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198(7), 1183-1192.
- Sarah, J.M. (2022). Concept in Sterilization. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 52(2), 419-436.
- Schneider, R., Dorn, C. R., & Taylor, D. O. N. (1969). Factors influencing canine mammary cancer development and postsurgical survival. *Journal of the National Cancer Institute*, 43(6), 1249-1261.
- Simpson, G.M., England, G.C.W, Harvey, M. (2000). *Manual de reproducción y neonatología en pequeños animales*. Barcelona: Ediciones S.
- Simpson, M., Albright, S., Wolfe, B., Searfoss, E., Street, K., Diehl, K., & Page, R. (2019). Age at gonadectomy and risk of overweight/obesity and orthopedic injury in a cohort of golden retrievers. *PloS one*, 14(7), e0209131.
- Sirinarumitr, K., Johnston, S. D., Kustritz, M. V. R., Johnston, G. R., Sarkar, D. K., & Memon, M. A. (2001). Effects of finasteride on size of the prostate gland and semen quality in dogs with benign prostatic hypertrophy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218(8), 1275-1280.
- Sirinarumitr, K., Sirinarumitr, T., Johnston, S. D., Sarkar, D. K., & Kustritz, M. V. R. (2002). Finasteride-induced prostatic involution by apoptosis in dogs with benign prostatic hypertrophy. *American journal of veterinary research*, 63(4), 495-498.
- Slauterbeck, J. R., Pankratz, K., Xu, K. T., Bozeman, S. C., & Hardy, D. M. (2004). Canine ovariohysterectomy and orchietomy increases the prevalence of ACL injury. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 429, 301-305.
- Sorenmo, K. U., Goldschmidt, M., Shofer, F., Goldkamp, C., & Ferracone, J. (2003). Immunohistochemical characterization of canine prostatic carcinoma and correlation with castration status and castration time. *Veterinary and Comparative Oncology*, 1(1), 48-56.
- Sorribas, C.E. (1995). *Reproducción en los animales pequeños*. Buenos Aires: Inter-Médica.
- Spain, C. V., Scarlett, J. M., & Cully, S. M. (2002). When to neuter dogs and cats: a survey of New York state veterinarians' practices and beliefs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38(5), 482-488.

- Spain, C. V., Scarlett, J. M., & Houpt, K. A. (2004). Long-term risks and benefits of early-age gonadectomy in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(3), 380-387.
- Sundburg, C. R., Belanger, J. M., Bannasch, D. L., Famula, T. R., & Oberbauer, A. M. (2016). Gonadectomy effects on the risk of immune disorders in the dog: a retrospective study. *BMC veterinary research*, 12(1), 1-10.
- Teske, E. R. I. K., Naan, E. C., Van Dijk, E. M., Van Garderen, E., & Schalken, J. A. (2002). Canine prostate carcinoma: epidemiological evidence of an increased risk in castrated dogs. *Molecular and cellular endocrinology*, 197(1-2), 251-255.
- Thrusfield, M. (2007) *Veterinary Epidemiology*. 3^a ed., Cambridge, Blackwell, 610 p.
- Tobias, K.M. & Johnston, S.A. (2012). *Veterinary surgery: small animal (Vol.2)*. St. Louis: Elsevier.
- Trejejo, R., Yang, M., & Lund, E. M. (2011). Epidemiology of surgical castration of dogs and cats in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(7), 898-904.
- Ungerfeld, R. (2020). *Reproducción de los animales domésticos*. Zaragoza: Edra.
- van Hagen, M. A., Ducro, B. J., van den Broek, J., & Knol, B. W. (2005). Incidence, risk factors, and heritability estimates of hind limb lameness caused by hip dysplasia in a birth cohort of boxers. *American journal of veterinary research*, 66(2), 307-312.
- Villamil, J. A., Henry, C. J., Hahn, A. W., Bryan, J. N., Tyler, J. W., & Caldwell, C. W. (2009). Hormonal and sex impact on the epidemiology of canine lymphoma. *Journal of cancer epidemiology*, 2009.
- White, C. R., Hohenhaus, A. E., Kelsey, J., & Procter-Gray, E. (2011). Cutaneous MCTs: associations with spay/neuter status, breed, body size, and phylogenetic cluster. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 47(3), 210-216.
- Witsberger, T. H., Villamil, J. A., Schultz, L. G., Hahn, A. W., & Cook, J. L. (2008). Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(12), 1818-1824.
- Wongsaengchan, C., & McKeegan, D. E. (2019). The views of the UK public towards routine neutering of dogs and cats. *Animals*, 9(4), 138.
- Zink, M. C., Farhooody, P., Elser, S. E., Ruffini, L. D., Gibbons, T. A., & Rieger, R. H. (2014). Evaluation of the risk and age of onset of cancer and behavioral disorders in gonadectomized Vizslas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(3), 309-319.

Zink, C., Delgado, M. M., & Stella, J. L. (2023). Vasectomy and ovary-sparing spay in dogs: comparison of health and behavior outcomes with gonadectomized and sexually intact dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261(3), 366-374.