



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE SANTIAGO**

**ALTERNATIVAS NO QUIRÚRGICAS PARA EL CONTROL
REPRODUCTIVO EN CANINOS MACHOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Patrocinante: Dr. René Augusto Alegría Vera, MV, Msc
Estudiante: Francisca Hernández Steinmeyer

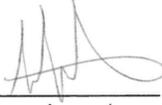
Santiago, Chile
2025

ACTA MEMORIA DE TÍTULO

| | |
|---|--------------------------|
| Alumno/a: Francisca Hernández Steinmeyer | RUT: 21.187.597-6 |
| Presidente Comisión: Cintya Borroni González | |
| Examinador A: René Alegría Vera | |
| Examinador B: Álvaro Urzua Caracci | |
| Examinador C: Miguel Saavedra Mesa | |
| Fecha: 15-07-2025 | |

| Examinador | Nota | Firma |
|----------------------|------|--|
| René Alegría Vera | 68 |  |
| Álvaro Urzua Caracci | 62 |  |
| Miguel Saavedra Mesa | 56 |  |

Nota Final Memoria de Título: 62


Firma alumno/a

Comentarios:
 Discusión debe ser a partir de citas, no de opinión.
 Remover exento; ortografía
 tiempos verbales en pasado
 no es una revisión sistemática
 -Faltan citas
 Remover títulos de los
 títulos

® Francisca Andrea Hernández Steinmeyer

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Santiago, Chile
2025

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|----------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VI |
| RESUMEN | VII |
| ABSTRACT | VIII |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 6 |
| 3. MATERIAL Y MÉTODO | 7 |
| 4. RESULTADOS | 12 |
| 5. DISCUSIÓN | 23 |
| 6. CONCLUSIONES | 27 |
| 7. REFERENCIAS..... | 28 |
| 8. ANEXOS..... | 38 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Selección de los estudios. | 12 |
| Tabla 2: Selección de estudios más relevantes. | 15 |
| Tabla 3: Comparación de la eficacia, duración del efecto y reversibilidad de los métodos no quirúrgicos en caninos machos. | 16 |
| Tabla 4: Comparación de costos anuales y número de aplicación de los métodos no quirúrgicos | 18 |
| Tabla 5: Comparación de ventajas y desventajas de los métodos no quirúrgicos en caninos machos..... | 19 |
| Tabla 6: Resumen del mecanismo de acción, sitio de acción y efecto hormonales de los métodos no reproductivos en caninos machos. | 20 |
| Tabla 7: Comparación de métodos según dolor post-procedimiento, efectos adversos, cambios de comportamiento y reversibilidad | 21 |
| Tabla 8: Consideración de la percepción del tutor en estudios sobre métodos no quirúrgicos para caninos machos..... | 21 |
| Tabla 9: Comparación de métodos no quirúrgicos según su aplicabilidad en la práctica clínica | 22 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Número de artículos según el método..... | 12 |
| Figura 2: Distribución cronológica de los estudios (1981-2023), con escala ajustada hasta 5 estudios por años. | 13 |
| Figura 3: Distribución de los 26 estudios por país. | 14 |
| Figura 4: Comparación de duración del efecto, eficacia y reversibilidad de los métodos no quirúrgicos en caninos machos. | 17 |
| Figura 5: Comparación de costos anuales estimados de los métodos no quirúrgicos .. | 18 |

RESUMEN

La sobrepoblación canina constituye un desafío de alcance global que impacta la salud pública, el bienestar animal y el medio ambiente. La presente revisión bibliográfica analiza y compara las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos: agonistas de GnRH, inmunocastración y castración química, a partir de 26 estudios publicados entre 1981 y 2023.

Los hallazgos demuestran que los agonistas de GnRH se distinguen por su elevada eficacia (100%), total reversibilidad y un perfil de seguridad superior. La inmunocastración presenta una alta eficacia, pero con una reversibilidad variable sujeta a la respuesta individual. Por su parte, la castración química se posiciona como la alternativa de menor costo, aunque es irreversible y presenta una mayor incidencia de efectos adversos locales.

Los resultados indican que la selección del método debe estar supeditada al contexto clínico, los objetivos del control reproductivo y la percepción de los tutores, una dimensión subrepresentada en la literatura. Se concluye que es prioritario fomentar la investigación local y desarrollar estrategias de manejo poblacional que integren de manera equilibrada los factores éticos, económicos y sociales.

Palabras clave: control reproductivo, perros, alternativas no quirúrgicas, castración química, inmunocastración, agonistas GnRH, bienestar animal.

ABSTRACT

Canine overpopulation constitutes a global challenge impacting public health, animal welfare, and the environment. This literature review analyzes and compares non-surgical alternatives for reproductive control in male dogs, including GnRH agonists, immunocastration, and chemical castration, based on 26 studies published between 1981 and 2023.

The findings demonstrate that GnRH agonists are distinguished by their high efficacy (100%), complete reversibility, and a superior safety profile. Immunocastration shows high efficacy but with variable reversibility, which is subject to individual immune response. Conversely, chemical castration stands out as the most cost-effective option, although it is irreversible and associated with a higher incidence of local adverse effects.

The results indicate that method selection must be adapted to the clinical context, reproductive control objectives, and owner perception—a dimension largely overlooked in the existing literature. It is concluded that promoting local research and developing responsible population management strategies that integrate ethical, economic, and social factors is a priority.

Keywords: reproductive control, dogs, non-surgical alternatives, chemical castration, immunocastration, GnRH agonists, animal welfare.

1. INTRODUCCIÓN

La sobrepoblación de perros (*Canis lupus familiaris*) representa un desafío global con implicancias para la salud pública, el bienestar animal y el medio ambiente. En comunidades remotas, como en el norte de Canadá, la disponibilidad limitada de servicios veterinarios dificulta la implementación de medidas preventivas para el control reproductivo, como la esterilización quirúrgica, exacerbando problemas como agresiones, transmisión de enfermedades y contaminación ambiental (**Britton & D'Agostino, 2023**). En Estados Unidos, la sobrepoblación resulta en altas tasas de eutanasia en refugios, destacando la necesidad de estrategias de control reproductivo canino que mitiguen las barreras económicas, logísticas y de adopción inherentes a los métodos convencionales, al tiempo que aseguren una supresión gonadal y conductual consistente y de amplio alcance en la población canina como la inmunocastración o métodos quirúrgicos menos invasivos, como reguladores hormonales (**Kustritz, 2018**). La sobrepoblación canina en Chile plantea desafíos importantes para la salud pública, el bienestar animal y el medio ambiente, especialmente en sectores rurales y urbanos con acceso limitado a servicios veterinarios. La limitada cobertura de servicios veterinarios y contar con una cultura de tenencia responsable en desarrollo, contribuye al crecimiento de poblaciones de perros (**Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2019**). La esterilización quirúrgica es uno de los métodos más utilizados para el control de la población canina y felina; aun así, su uso sigue siendo inconveniente por el costo y el esfuerzo que conlleva, especialmente en países en desarrollo (**Struthers, 2012**). Además del costo y complicaciones prácticas, los métodos quirúrgicos presentan efectos adversos que incluyen riesgos anestésicos, infecciones postoperatorias, alteraciones endocrinas y posibles cambios de comportamiento, como incremento en la agresividad o incontinencia

urinaria, especialmente en machos castrados a edades tempranas (**Kustritz, 2012; Spain et al., 2004**). En el caso de los machos, se ha observado que la esterilización temprana puede estar asociada a ciertos efectos adversos en la salud. Por ejemplo, se ha reportado que al rededor un 10 % de los machos esterilizados precozmente desarrollaron displasia de cadera, el doble de lo observado en machos que no fueron intervenidos. Además, cerca de un 5 % presentó rupturas del ligamento cruzado craneal, condición que no se detectó en machos intactos. También se identificó un aumento significativo en la aparición de linfoma, afectando a casi un 10 % de los machos esterilizados de forma temprana, lo que equivale a tres veces más que en aquellos no esterilizados (**Torres de la Riva et al., 2013**). En este contexto, los métodos no quirúrgicos surgen como alternativas más seguras, reversibles y menos invasivas, mejorando el bienestar y la viabilidad en contextos con recursos limitados (**Kutzler & Wood, 2006**).

En la actualidad, existen alternativas no quirúrgicas para controlar la reproducción y fertilidad. Estas alternativas farmacológicas de anticoncepción y esterilización pueden ser seguras, eficaces y reversibles (**Kutzler & Wood, 2006**). **Massei y Miller (2013)** señalan que el control de la fertilidad sin cirugía se describe como una alternativa más beneficiosa que la castración quirúrgica para controlar la población canina. **Struthers et al. (2012)** mencionan que un esterilizante no quirúrgico ideal que sea seguro, efectivo, permanente, de aplicación única y económicamente accesible podría tener un impacto significativo en la problemática global de la sobrepoblación canina.

Al realizar la revisión bibliográfica, se identificaron múltiples estudios científicos que respaldan la eficacia y seguridad de estos métodos. Una de estas alternativas no quirúrgicas son los agonistas de GnRH. La Deslorelina es una versión artificial de la hormona GnRH, modificada ligeramente para actuar como un activador temporal. Al introducirla bajo la piel, inicialmente aumenta la producción de hormonas LH y FSH. Sin

embargo, este efecto es corto, ya que la exposición continua a la Deslorelina hace que el cuerpo reduzca la producción de estas hormonas (**Romagnoli et al., 2024**). Está disponible como un implante que inhibe la fertilidad de 6 meses a 1 año (**Rhodes, 2016**). **Junaidi et al. (2003)** mencionan que la aplicación subcutánea de 6,0 mg de deslorelina disminuye las concentraciones plasmáticas de LH y testosterona a valores indetectables en 4 semanas. La aplicación de deslorelina redujo el tamaño testicular en aproximadamente un 50% tras el tratamiento (**Junaidi et al., 2009a; Junaidi et al., 2009b**). En un estudio de **Romagnoli et al. (2012)** se indicó que la administración subcutánea del implante de deslorelina de 4,7 mg disminuye la cantidad de espermatozoides y el número tanto como el volumen de semen, lo que genera infertilidad en los perros machos. **Trigg et al. (2001)** mencionan que se suprimió la actividad espermática por más de un año en la mayoría de los caninos machos que recibieron dosis de >0,25 mg de deslorelina/kg de peso corporal.

La investigación científica ha mostrado que los medicamentos conocidos como agonistas de GnRH/LHRH son capaces de inhibir de manera eficiente el funcionamiento de las gónadas en perros machos, lo que resulta en una disminución significativa de la fertilidad. Lo más importante es que estos tratamientos se han mostrado seguros y bien tolerados en los animales estudiados. Actualmente, se están realizando investigaciones para desarrollar nuevas presentaciones de estos fármacos que permitan mantener los efectos anticonceptivos durante períodos aún más prolongados (**Trigg et al., 2006**).

Otra opción no quirúrgica para controlar la reproducción canina es la inmunocontracepción. Las vacunas inmunoanticonceptivas actúan estimulando el sistema inmunitario para que se centre en la producción o el funcionamiento de los espermatozoides. Estos métodos ofrecen alternativas a la castración quirúrgica, ya que permiten un control reversible de la reproducción y, al mismo tiempo, abordan las preocupaciones sobre la permanencia de las opciones quirúrgicas (**Adams, 2020; Siel**

et al., 2020). Los anticuerpos contra GnRH disminuyen el comportamiento reproductivo al inhibir la síntesis y secreción de hormonas FSH, LH y hormonas esteroides como testosterona y estrógeno, lo que ocasiona finalmente atrofia gonadal (**Jung et al., 2005; Ladd et al., 1994**). Esta alternativa no quirúrgica tiene como objetivo lograr la inhibición permanente de la fertilidad y el comportamiento sexual mediante una inyección única, lo que la convierte en un método útil y óptimo en comparación con la esterilización quirúrgica (**Dunshea et al., 2001**).

Existe también la castración química. La castración química es una alternativa eficaz y menos invasiva que la quirúrgica para el control reproductivo en perros y otras especies. Diversos agentes han demostrado ser útiles, como el cloruro de calcio, el ácido láctico y la deslorelina. El cloruro de calcio, aplicado intratesticularmente, provoca necrosis testicular y reduce significativamente los niveles de testosterona, logrando infertilidad permanente (**Nishimura et al., 1992**). El ácido láctico también induce atrofia severa de los túbulos seminíferos y suprime la espermatogénesis de forma rápida e irreversible (**Nishimura et al., 1992**). En comparación, la deslorelina, un análogo de GnRH ofrece una castración reversible, adecuada para perros de trabajo, ya que no afecta su rendimiento en tareas como obediencia o protección (**Gfrerer et al., 2018**). Aunque la solución hipertónica de cloruro de sodio mostró efectividad en perros jóvenes, su eficacia en adultos es limitada, destacando la importancia de adaptar los métodos según la edad y el contexto. En conjunto, la castración química ofrece opciones viables para el manejo poblacional y reproductivo en diferentes escenarios (**Canpolat et al., 2016**).

En el área de la medicina veterinaria, el uso de alternativas no quirúrgicas para controlar la fertilidad en la población de caninos machos es un asunto en discusión entre instituciones. Un artículo reciente destaca un cambio de enfoque propuesto por la World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) que busca alternativas éticas y médicamente adecuadas a la esterilización quirúrgica tradicional en perros. Este debate

invita a una necesaria reflexión académica sobre el impacto de los métodos actuales en la salud y el bienestar animal (**Diario Veterinario, 2024**). los métodos no quirúrgicos emergen como técnicas menos invasivas y potencialmente más éticas, que además permiten preservar la integridad física del animal, reduciendo los riesgos asociados a la anestesia y a las complicaciones postoperatorias (**Portal Veterinaria, 2024**). Es importante que instituciones académicas y científicas lideren la investigación de opciones menos invasivas, como anticonceptivos químicos o técnicas avanzadas, que permitan un control poblacional responsable sin comprometer la calidad de vida de los perros. La implementación de estas alternativas podría cambiar paradigmas establecidos y fomentar decisiones más conscientes y empáticas hacia los animales, promoviendo un equilibrio entre las necesidades humanas y los derechos de los perros (**Diario Veterinario, 2024**). Se realizará una revisión bibliográfica científica existente en la literatura sobre las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos, con énfasis en estudios comparativos que evalúen su eficacia, seguridad y bienestar animal. Asimismo, se revisarán estos métodos no quirúrgicos como alternativas más éticas, al minimizar el riesgo de intervenciones quirúrgicas invasivas, y menos invasivas para el manejo reproductivo y potencialmente más económicas, considerando su posible aplicación en el control poblacional de caninos machos.

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Analizar la eficacia, seguridad y aplicabilidad de las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos, incluyendo reguladores hormonales, inmunocastración y castración química.

2.2.- Objetivos específicos

- Analizar las ventajas y desventajas de las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos en función de su eficacia, seguridad y facilidad de implementación.
- Explicar los mecanismos de acción de las alternativas no quirúrgicas y los resultados clínicos esperados de su aplicación en la práctica veterinaria.
- Evaluar el impacto de las alternativas no quirúrgicas en el bienestar animal y la aceptación por parte de los tutores de mascotas, así como influencia en la práctica.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Obtención y selección del material bibliográfico

La obtención del material bibliográfico se realizó mediante la búsqueda en la biblioteca de la Universidad San Sebastián y en sitios webs como: Pubmed, Science Direct, Elsevier, Dialnet, Wiley online library y motores de búsqueda como Google Scholar **(Wesley et al., 2013; Pérez & Moisés, 2014)**.

3.1.1 Criterio de búsqueda:

Los términos de búsqueda empleados fueron utilizados bajo diferentes combinaciones, las que serán separadas por los operadores booleanos. La revisión de los artículos publicados constaba de la base de título, autor(es) y resúmenes relevantes con el tema. Se seleccionaron artículos en español y en inglés. El material seleccionado cuenta con un periodo de tiempo limitado, a contar del año 1980 hasta el 2024, ya que en este rango de años surgieron avances significativos en el tema de interés, enfocado al tema central que consistente en “Alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo de caninos machos”.

Para localizar los artículos y papers en las bases de datos, se utilizaron los siguientes términos de búsqueda:

Términos de búsqueda: En español e inglés

- Agonistas GnRH/GnRH Agonists.
- Deslorelina/Deslorelin.

- Inmunocastracion/Inmunocastration.
- Castración química/Chemical castration.
- GnRH/Gonadotropin-Releasing Hormone.
- Métodos inmunológicos/Immunologic methods.
- Métodos hormonales/Hormonal methods.
- Salud pública/Public health.
- Manejo poblacional/Population management.
- Efectos secundarios/Side effects.
- Estudios clínicos/Clinical trials
- Reversibilidad/Reversibility
- Perros, Caninos/Dogs, Canine

Términos Mesh

Terminos Mesh generales:

- Contraception
- Sterilization, Reproductive
- Reproductive Health
- Population Control
- Animal Welfare
- Dogs

Términos específicos relacionados con métodos no quirúrgicos:

- Chemosterilants
- Contraception, Immunologic

- Gonadotropin-Releasing Hormone / agonists
- Contraceptive Agents, Hormonal
- Hormones, Synthetic

Términos para Búsqueda de Evidencia Clínica y Seguridad:

- Drug-Related Side Effects and Adverse Reactions
- Clinical Trials as Topic
- "Prostatic Hyperplasia" / drug therapy
- Testicular Diseases / chemically induced

3.1.2 Criterios de inclusión

Se incluyeron publicaciones científicas, revisiones sistemáticas, artículos originales y guías institucionales relacionadas con métodos no quirúrgicos de control reproductivo en caninos machos. Tiene un enfoque principalmente a trabajos que evalúen la eficacia, seguridad, viabilidad a los impactos éticos de los métodos no quirúrgicos y aplicabilidad (inmunocastración, castración química, reguladores hormonales, entre otros). Estos criterios hicieron que sea más específico a la hora de recopilar información. Esto permitió que lo estudiado tenga relevancia temática, actualidad de la información, resultados de estudios y enfoques prácticos y éticos.

3.1.3 Criterios de exclusión

No se tomaron en cuenta aquellos estudios enfocados exclusivamente en hembras, control quirúrgico o especies distintas.

Se excluyeron las publicaciones con metodologías poco claras, datos insuficientes, tesis y memoria de título en donde se repita la información encontrada en artículos de revistas científicas. Se excluyeron estudios cuya información clave no esté disponible en texto completo y estudios anteriores a 1980 ya que estos estarían desactualizados o basados en conceptos o enfoques que ya no se aplican, además de no incluir con información suficiente.

3.2 METODOS

Esta investigación se realizó a partir de una revisión bibliográfica crítica y aplicada provenientes de artículos científicos, revisiones, investigaciones científicas y publicaciones, empleando un modelo descriptivo para esta revisión bibliográfica. Este trabajo revisó los métodos no quirúrgicos, discutirá su efectividad y viabilidad, e incluye una propuesta para integrar estas alternativas en las políticas de manejo poblacional. Aunque se centró en literaturas existentes, también se buscó el impacto práctico de ellas.

La metodología para la búsqueda del material bibliográfico se centró en los títulos, años, cantidad de veces que fue citado el texto, resúmenes y palabras claves.

3.2.1 Presentación de los resultados

Los resultados obtenidos a partir de la revisión de los materiales bibliográficos, se realizó una organización de los resultados, donde se hizo una clasificación por temas como métodos inmunológicos, hormonales, castración química y comparaciones con métodos quirúrgicos. Además, se organizaron cronológicamente para identificar tendencias. Fue fundamental resumir los objetivos de cada estudio, la población analizada y los métodos evaluados, destacando resultados clave como eficacia, seguridad, costos y aceptación

social. También se compararon los hallazgos en términos de eficiencia, viabilidad económica y consideraciones éticas. Se utilizaron herramientas como Microsoft Excel, o software de diseño gráfico como Canva para confeccionar tablas y gráficos que permitieran sintetizar información y mostrar patrones o tendencias. Se incluyeron representaciones como histogramas o gráficos comparativos, lo que permitió una mejor comprensión y un orden visual. Finalmente, se identificaron lagunas en la literatura y se relacionaron los hallazgos con su relevancia práctica en refugios o programas de manejo poblacional.

4. RESULTADOS

Esta sección resume los principales hallazgos de la revisión sistemática sobre las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos, enfocándose en la eficacia, seguridad y aplicabilidad de reguladores hormonales, inmunocastración y castración química.

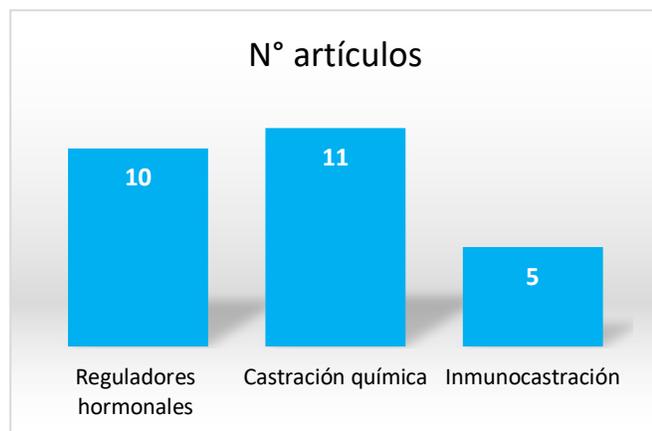
Se identificaron 66 artículos, de los cuales se seleccionaron 26 que cumplían con los criterios de inclusión y trataban directamente el tema, publicados entre 1981 y 2023. Los 40 restantes fueron excluidos por tratar otras especies (14), falta de relevancia (10), estar fuera del periodo definido (9) o falta de acceso (7). De los seleccionados, 11 abordaban castración química, 10 reguladores hormonales y 5 inmunocastración.

Tabla 1:

Selección de los estudios.

| Etapa | N° artículos |
|----------------------------|--------------|
| Identificados inicialmente | 66 |
| Excluidos por criterios | 40 |
| Seleccionados finales | 26 |

Figura 1: Número de artículos según el método.



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 muestra el número de artículos seleccionados en cada etapa del proceso, mientras que la Figura 1 clasifica los estudios incluidos según el tipo de método evaluado.

4.1 Línea de tiempo de estudios seleccionados

De los 26 estudios incluidos en esta revisión, se observa un aumento progresivo del interés científico a partir del año 2003, con un pico entre 2012 y 2016, destacando el año 2015 con cuatro publicaciones. Este periodo concentra el mayor número de investigaciones (42,3%), reflejando un interés creciente en métodos alternativos de castración quirúrgica. En los años más recientes (2018–2023), las investigaciones se mantienen constantes, lo que refleja un interés constante en el tema. La gráfica a continuación muestra la distribución cronológica de los 26 estudios seleccionados para la revisión bibliográfica, indicando cuantos trabajos fueron publicados por año.

Figura 2: Distribución cronológica de los estudios (1981-2023), con escala ajustada hasta 5 estudios por años.

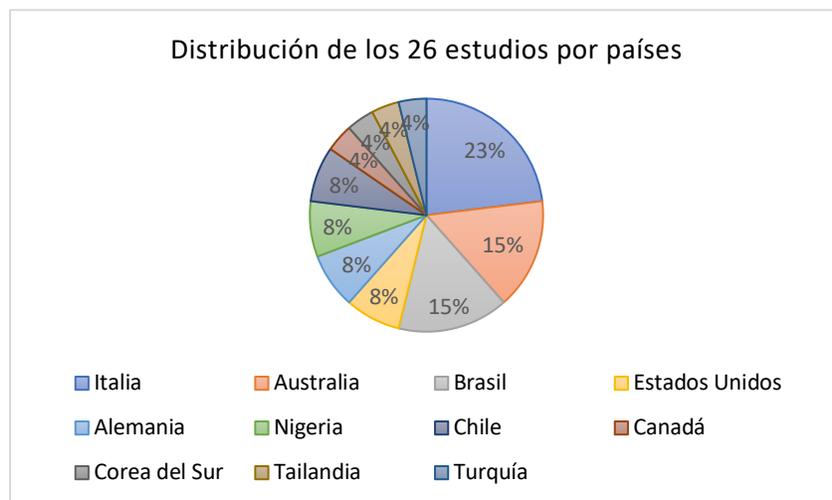


Fuente: Elaboración propia

4.2 Distribución geográfica de los estudios

En los resultados, la distribución geográfica muestra que Italia lidera con un 23% de los estudios, principalmente en alternativas como los agonistas de GnRH. Australia y Brasil aportan un 15% cada uno, reflejando su interés en el control de poblaciones caninas. Países como Alemania, Nigeria, Chile y EE.UU contribuyen con un 8% cada uno, mientras que otras naciones, como Canadá, Corea del Sur, Tailandia y Turquía, tienen una participación menor (4%). Esto demuestra que, aunque el tema interesa a nivel mundial, hay regiones con mayor desarrollo científico y que podrían servir de base para nuevas colaboraciones. La figura 3 muestra el porcentaje de estudios según el país de origen, lo que permite identificar tendencias geográficas en la investigación sobre métodos alternativos de castración canina.

Figura 3: Distribución de los 26 estudios por país.



Fuente: Elaboración propia

4.3 Estudios representativos seleccionados

Para el análisis comparativo se seleccionaron 13 estudios que se consideraron los más representativos dentro de cada método. La elección se basó en la calidad de los estudios, el tamaño de las muestras, la relevancia clínica y la actualidad de los resultados. Se priorizaron ensayos clínicos y estudios controlados, lo que permite contar con una base más sólida para comparar eficacia, duración, reversibilidad, ventajas y desventajas, y mecanismo de acción.

Tabla 2: Selección de estudios más relevantes.

| N° | Autor/Año | Método | Diseño | Muestra | Resultado clave |
|----|------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Junaidi et al. (2003) | Reguladores hormonales | Deslorelina 6 mg | Experimental controlado; n=8 | Testosterona↓ indetectable en 4 semanas; testículo↓ 50 % |
| 2 | Junaidi et al. (2009a) | Reguladores hormonales | Deslorelina 3, 6 y 12 mg/kg | Experimental aleatorizado; n=16 | Esterilidad > 12 meses con ≥1 mg/kg |
| 3 | Romagnoli et al., (2012) | Reguladores hormonales | Deslorelina 4.7 mg | Ensayo clínico; n=6 | Conteo espermático→0 al 3.º mes; 12 meses de efecto |
| 4 | Stempel et al., (2022) | Reguladores hormonales | Deslorelina 4.7 mg | Ensayo experimental n=10 | Supresión de testosterona sostenida y azoospermia por 12 meses |
| 5 | Romagnoli et al., (2023) | Reguladores hormonales | Deslorelina (6 casos) | Serie clínica retrospectiva; n= 6 | Control reversible a largo plazo |
| 6 | Pineda & Hepler (1981) | Castración química | Vasectomía química | Experimental, longitudinal; n=9 | Infertilidad permanente sin cirugía |
| 7 | Soto et al., (2009) | Castración química | Zinc gluconato | Ensayo clínico experimental; n=15 | 100 % infertilidad; baja inflamación |
| 8 | Leoci et al., (2014a) | Castración química | CaCl ₂ 10-30 % | Estudio dosis-óptima; n= 50 | 20 % CaCl ₂ : 95 % éxito, mínimos efectos |
| 9 | Vanderstichel et al., (2015) | Castración química | EsterilSol y Zeuterin | Longitudinal, prospectivo n= 118 | Menor edema que solución salina |
| 10 | Silva et al., (2018) | Castración química | CaCl ₂ + DMSO | Experimental, aleatorizado; n=12 | Infertilidad 100 %; dolor mínimo |

| | | | | | |
|----|----------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|
| 11 | Jung et al. (2005) | Inmunocastración | Vacuna recombinada GnRH-CDV | Experimental controlado; n= 8 | Atrofia testicular sin efectos adversos |
| 12 | Ajadi & Gazal (2016) | Inmunocastración | Vacuna GnRH (Improvac®) | Experimental prospectivo; n= 10 | Infertilidad reversible. 6-12 meses |
| 13 | Siel et al., (2020) | Inmunocastración | Nueva vacuna peptídica | Ensayo experimental; n=40 | ↓ conducta sexual; buena tolerancia |

4.4 Comparación de eficacia, aplicación practica (duración) y reversibilidad

Se realizó una tabla comparativa de los métodos según su eficacia, duración del efecto y reversibilidad, a partir de los estudios más representativos de la tabla 2. Los agonistas de GnRH destacan por su alta eficacia (100%), duración media de 6 a 12 meses y su carácter reversible. La inmunocastración también mostró alta eficacia (100%), aunque su reversibilidad es variable, ya que dependerá de la respuesta inmune del animal (respuesta individual). La castración química, en cambio tiene un efecto prolongado (más de 14 meses lo que se ha registrado), pero con eficacia moderada y sin posibilidad de reversibilidad, porque destruye de forma permanente el tejido testicular.

Tabla 3: Comparación de la eficacia, duración del efecto y reversibilidad de los métodos no quirúrgicos en caninos machos.

| Método | Eficacia (%) | Duración (meses) | Reversibilidad | Referencias |
|--------------------|--------------|------------------|----------------|---|
| Agonistas de GnRH | 100 | 6 a 12 | Si | Junaidi et al. (2003); Junaidi et al. (2009a); Romagnoli et al., (2012); Stempel et al., (2022); Romagnoli et al., (2023) |
| Castración química | 75 | >14 | No | Pineda & Hepler (1981); Soto et al., (2009); Leoci et al., (2014a); |

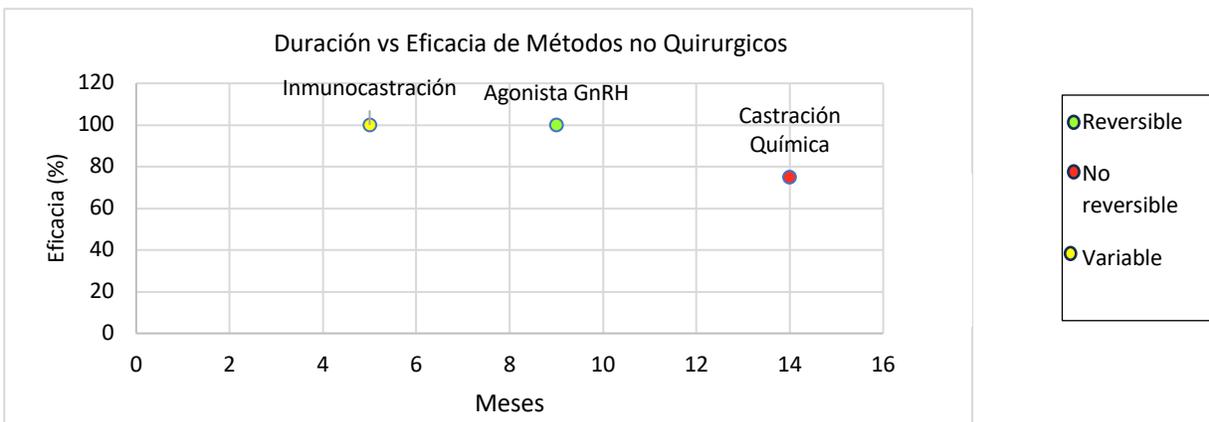
Vanderstichel et al., (2015); Silva et al., (2018)

| | | | | |
|------------------|-----|-------|----------|---|
| Inmunocastración | 100 | 4 a 6 | Variable | Jung et al. (2005); Ajadi & Gazal (2016); Siel et al., (2020) |
|------------------|-----|-------|----------|---|

4.4.1 Gráfico de dispersión: Duración vs Eficacia

El gráfico compara la duración (en meses) y la eficacia (en porcentaje) de cada método no quirúrgico. Los puntos verdes indican métodos reversibles (agonistas GnRH), los rojos corresponden a los no reversibles (castración química) y los amarillos los de reversibilidad variable (inmunocastración). La figura permite visualizar de forma rápida como se relacionan estos aspectos en los métodos analizados.

Figura 4: Comparación de duración del efecto, eficacia y reversibilidad de los métodos no quirúrgicos en caninos machos.



Fuente: Elaboración propia

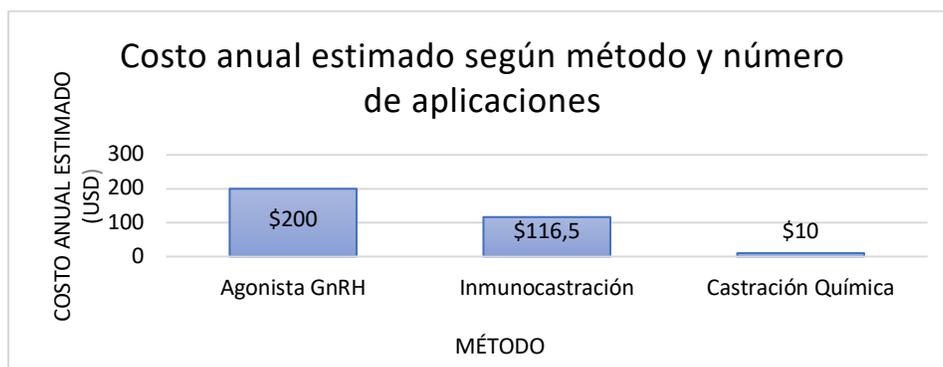
4.5 Comparación de costos anuales estimados

Se estimaron los costos anuales según la cantidad de aplicaciones necesarias para mantener la eficacia de cada método. La tabla 4 y la figura 5 muestran que la castración química es la opción más económica (10 USD anuales aproximadamente), lo que la hace ideal para campañas masivas de control poblacional. En cambio, la inmunocastración (116,5 USD) y los agonistas de GnRH (200 USD) tienen un costo mayor, pero podrían ser mas adecuados cuando se busca priorizar la reversibilidad según las condiciones del paciente.

Tabla 4: Comparación de costos anuales y número de aplicación de los métodos no quirúrgicos

| Método | Aplicaciones por año | Costo anual estimado (USD) | Referencias |
|--------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Agonistas GnRH | 1-2 | 200 | Virbac (s.f.); Tierarzt (2024) |
| Inmunocastración | 2 | 116.5 | Lazcano (2024); Egalitte (2025) |
| Castración química | 1 | 10 | AlivetFarma (S.f.); EasyFarma (s.f.) |

Figura 5: Comparación de costos anuales estimados de los métodos no quirúrgicos



Fuente: Elaboración propia

4.6 Ventajas y desventajas de cada método

Se realizó una tabla comparativa para identificar las ventajas y desventajas de cada método y así valorar sus beneficios y limitaciones en la práctica veterinaria. Los agonistas de GnRH destacan por su eficacia, reversibilidad y pocos efectos secundarios, aunque su costo y la necesidad de reaplicaciones pueden ser una limitación en contextos de bajos recursos. La inmunocastración es eficaz y menos invasiva, pero su respuesta variable y las revacunaciones necesarias reducen su aplicabilidad en programas masivos. La castración química es la opción más económica y sencilla, ideal para campañas masivas, aunque su irreversibilidad y posibles efectos adversos son puntos en contra a considerar.

Tabla 5: Comparación de ventajas y desventajas de los métodos no quirúrgicos en caninos machos

| Método | Ventajas | Desventajas | Referencias |
|-------------------------------|--|---|--|
| Reguladores hormonales | Efecto prolongado (6–12 meses), reversible. Ayudan a reducir la testosterona, espermatogénesis y comportamientos como el marcaje o la monta, con buena aceptación y bajos efectos secundarios. La duración varía según dosis y tamaño del perro. | Puede causar aumento temporal de testosterona (Flare-up) e intensificar conductas sexuales al inicio. La duración del efecto varía según dosis y tamaño. No autorizado en todos los países. | Driancourt & Briggs (2020); Schäfer-Somi et al. (2022) |
| Inmunocastración | Técnica no invasiva y reversible. Reduce gradualmente la testosterona. Menor estrés que la castración quirúrgica, mejorando el bienestar animal. Disminuye comportamiento sexual, agresividad, marcaje y peleas. | Requiere de múltiples dosis para mantener la eficacia. Variabilidad en la respuesta individual. Reacciones en el sitio de inyección. | Ahmed et al. (2022); Lin et al. (2024); Wang et al. (2023); Megan & Mushtaq (2010); Ajadi & Gazal (2016) |

| | | | |
|---------------------------|---|--|---|
| Castración química | Requiere de una aplicación única, sin necesidad de anestesia general. Efecto permanente, ya que induce fibrosis y atrofia testicular. Útil para esterilizar grandes volúmenes de animales en poco tiempo. | Riesgo de inflamación, necrosis o abscesos si la inyección no se aplica correctamente. No elimina totalmente la testosterona; pueden persistir conductas como el marcaje. No apta para perros con criptorquidismo. | Kutzler & Wood (2006); Oliveira et al. (2007); Megan & Mushtaq (2010) |
|---------------------------|---|--|---|

4.7 Mecanismo de acción por método

Se presenta una tabla comparativa con el sitio de acción, el mecanismo y el efecto hormonal de cada método no quirúrgico. Los agonistas de GnRH inducen un aumento inicial de LH y FSH, seguido de la desensibilización del eje hormonal y la supresión de la espermatogénesis. La inmunocastración genera anticuerpos contra GnRH, bloqueando su función y reduciendo la actividad gonadal. La castración química provoca necrosis del tejido testicular mediante compuestos como cloruro de calcio o gluconato de zinc. Aunque todos buscan la infertilidad, cada uno lo logra a través de un mecanismo distinto.

Tabla 6: Resumen del mecanismo de acción, sitio de acción y efecto hormonales de los métodos no reproductivos en caninos machos.

| Método | Sitio de acción | Mecanismo | Efecto hormonal | Referencias |
|---------------------------|--------------------------|--|--|---|
| Agonistas GnRH | Eje hipotálamo-hipófisis | Desensibilización de receptores GnRH → ↓LH/FSH | Supresión de testosterona | Junaidi et al. (2003); Junaidi et al. (2009a); Romagnoli et al., (2012); Stempel et al., (2022); Romagnoli et al., (2023) |
| Inmunocastración | Sistema inmune | Formación de anticuerpos contra GnRH → ↓LH/FSH | Supresión de testosterona | Jung et al. (2005); Ajadi & Gazal (2016); Siel et al., (2020) |
| Castración química | Testículo (directo) | Necrosis o esclerosis testicular por inyección química | Cese de producción de esperma y andrógenos | Pineda & Hepler (1981); Soto et al., (2009); Leoci et al., (2014); Vanderstichel et al., (2015); Silva et al., (2018) |

4.8 Bienestar animal y aceptación de métodos por los tutores

En esta sección se comparan los métodos no quirúrgicos según su impacto en el bienestar animal y la aceptación de los tutores, considerando dolor, efectos adversos, cambios de comportamiento y reversibilidad. La tabla 7 muestra que los agonistas de GnRH destacan por su bajo dolor, pocos efectos adversos y alta reversibilidad (**Junaidi et al., 2003; Romagnoli et al., 2023**). La castración química presenta mayor dolor, más efectos adversos y baja reversibilidad (**Leoci et al., 2014a; Silva et al., 2018**). La inmunocastración tiene un perfil intermedio, con bajo dolor y reversibilidad variable según la respuesta (**Siel et al., 2020**). La elección del método debe valorar estos aspectos junto con la eficacia, buscando siempre una aplicación ética y responsable. Además, solo 1 de los 26 estudios (**Siel et al., 2020**), consideraron activamente la opinión de los tutores, lo que evidencia una brecha en la investigación y la necesidad de integrar este aspecto para lograr una evaluación más completa que combine eficacia, bienestar y aceptación social.

Tabla 7: Comparación de métodos según dolor post-procedimiento, efectos adversos, cambios de comportamiento y reversibilidad

| Métodos | Dolor post-procedimiento | Efectos adversos | Cambios de comportamientos | Reversibilidad |
|--------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|----------------|
| Agonistas GnRH | Bajo | Bajo | Bajo | Alto |
| Inmunocastración | Bajo | Moderado | Moderado | Moderado |
| Castración química | Alto | Alto | Alto | Bajo |

Tabla 8: Consideración de la percepción del tutor en estudios sobre métodos no quirúrgicos para caninos machos.

| Categoría | N° de estudios |
|-----------------------------|----------------|
| Considera opinión del tutor | 1 |
| No considera | 22 |
| Parcialmente considera | 3 |

Nota: Los datos presentados en la tabla 8 se basan en la información del **Anexo 8.2**.

4.9 Influencia en la práctica clínica

Se comparan los métodos no quirúrgicos según su aplicabilidad clínica, considerando necesidad de anestesia, comercialización y costos. La tabla 9 muestra que los agonistas de GnRH son los más costosos pero reversibles, la inmunocastración tiene un costo intermedio y manejo sencillo, y la castración química es la más económica, ideal para programas masivos, aunque con limitaciones si se busca reversibilidad o mayor control de efectos adversos.

Tabla 9: Comparación de métodos no quirúrgicos según su aplicabilidad en la práctica clínica

| Método | Aplicación | N° de visitas | ¿Requiere anestesia? | Comercializado en CL | Costos de aplicación anual (USD) | Aplicabilidad (0-2) |
|---------------------------|---|---------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|
| Agonistas GnRH | Implante subcutáneo | 1 | No | Si | \$200.0 | 1-2 |
| Inmunocastración | 2 inyecciones subcutáneas | 2 | No | Si | \$116.5 | 2 |
| Castración Química | inyección intratesticular/intraepididimal | 1 | No | Si | \$10.0 | 1 |

Nota: Los datos presentados en la Tabla 9 se basan en la información de la **Tabla 3** y en los 26 estudios detallados en el **Anexo 8.1**.

5. DISCUSIÓN

El análisis de los 26 artículos seleccionados evidencia un creciente interés científico por las alternativas no quirúrgicas para el control reproductivo en caninos machos. El aumento de publicaciones a partir de 2003, con un pico entre 2012 y 2016, puede atribuirse a un cambio de paradigma en el bienestar animal y a la búsqueda de métodos menos invasivos y reversibles que la castración quirúrgica, impulsado por el llamado de entidades como la World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) (**Romagnoli et al., 2024**). Este periodo coincide también con avances en biotecnología reproductiva, como el desarrollo de nuevos análogos de GnRH como la Deslorelina y vacunas de inmunocastración (**Romagnoli et al., 2012; Siel et al., 2020**), junto a un mayor cuestionamiento de los efectos adversos de la esterilización quirúrgica temprana (**Torres de la Riva et al., 2013**).

Geográficamente, Italia se posiciona como el país más representativo en producción científica (23%), seguido por Australia y Brasil (15% cada uno). Esta tendencia podría explicarse por políticas de bienestar animal más avanzadas y una mayor disponibilidad de fondos para la investigación aplicada en medicina veterinaria. En Italia, por ejemplo, se han realizado múltiples estudios sobre la aplicación de deslorelina en el manejo de condiciones clínicas como la hiperplasia prostática benigna (**Romagnoli et al., 2012; Goericke-Pesch et al., 2013**). En Australia, las investigaciones se han centrado en optimizar las dosis y la duración de la eficacia de los agonistas de GnRH (**Junaidi et al., 2003; Junaidi et al., 2009a**). La baja producción científica en Latinoamérica (excluyendo a Brasil y Chile) sugiere una valiosa oportunidad de investigación para explorar estas alternativas en la región.

Respecto a los métodos, los resultados revelan una clara disyuntiva entre eficacia, costo y reversibilidad. Los agonistas de GnRH como la deslorelina ofrecen una alta eficacia (100% en los estudios revisados) y total reversibilidad (**Junaidi et al., 2003; Romagnoli et al., 2023**), pero a un costo considerablemente mayor. En el otro extremo, la castración química es una alternativa de bajo costo (aproximadamente 10 USD anuales), pero con una eficacia moderada (75%) y sin posibilidad de reversión (**Leoci et al., 2014a; Silva et al., 2018**). La inmunocastración, por su parte, se presenta como una opción intermedia de alta eficacia, aunque su reversibilidad variable representa un desafío clínico, pudiendo requerir un seguimiento estricto para mantener su efecto (**Ahmed et al., 2022; Lin et al., 2024**). En consecuencia, no existe una alternativa absolutamente superior; la selección del método está supeditada al contexto: la castración química es más viable para programas masivos de control poblacional, mientras que los agonistas de GnRH o la inmunocastración son preferibles en la práctica clínica individual, donde se prioriza el bienestar y la reversibilidad.

La comprensión de los mecanismos de acción es fundamental para una elección clínica informada. Los agonistas de GnRH actúan mediante la desensibilización del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (**Junaidi et al., 2007; Polisca et al., 2013**), mientras que la inmunocastración induce una respuesta inmune contra la GnRH (**Jung et al., 2005**). La castración química, en cambio, ejerce su efecto directamente sobre el tejido testicular, induciendo necrosis (**Silva et al., 2018**). Este conocimiento es crucial en la práctica; por ejemplo, en un paciente inmunocomprometido, el uso de deslorelina sería teóricamente más seguro que la inmunocastración, ya que esta última depende de una respuesta inmune robusta para ser eficaz (**Siel et al., 2020**).

En comparación con la castración quirúrgica, asociada a un mayor riesgo de ciertas patologías como la displasia de cadera y el linfoma en esterilizaciones tempranas, las

alternativas no quirúrgicas ofrecen la ventaja de permitir una supresión hormonal reversible sin la extirpación gonadal. Los estudios sobre deslorelina muestran una efectiva reducción de testosterona sin los riesgos ortopédicos y oncológicos mencionados **(Torres de la Riva et al., 2013)**.

Sin embargo, estos métodos no están exentos de riesgos: la castración química puede inducir necrosis testicular si no se aplica con la técnica correcta **(Leoci et al., 2014a)** y la inmunocastración puede generar reacciones locales en el sitio de inyección **(Siel et al., 2020)**.

Para el contexto chileno, con sus desafíos de sobrepoblación canina y acceso limitado a servicios veterinarios **(OPS, 2019)**, la castración química emerge como el método con mayor potencial para programas de control poblacional a gran escala. Su bajo costo y aplicación sin anestesia la convierten en una herramienta costo-efectiva **(Silva et al., 2018; Leoci et al., 2014a)**. Aunque su eficacia es menor y es irreversible, su implementación podría ser ética y adecuada en campañas municipales si se ejecuta bajo protocolos que minimicen los riesgos adversos **(Canpolat et al., 2016)**.

La aceptación por parte de los tutores es un factor crítico, aunque poco abordado en la literatura revisada. Es posible inferir que, en contextos urbanos chilenos, con una mayor conciencia sobre tenencia responsable, los tutores podrían valorar la reversibilidad y el menor impacto físico de métodos como la deslorelina **(OPS, 2019; Romagnoli et al., 2024)**. En contraste, en zonas con menos recursos, es probable que la castración química sea mejor aceptada por su bajo costo y única aplicación.

Este estudio presenta ciertas limitaciones. La búsqueda, restringida a inglés y español, pudo excluir investigaciones de otras regiones, generando un posible sesgo geográfico. Asimismo, la imposibilidad de acceder al texto completo de siete artículos pudo omitir datos relevantes. Finalmente, el análisis de costos se basó en valores internacionales,

por lo que los precios en Chile podrían variar significativamente debido a factores locales como aranceles de importación.

En vista de estas limitaciones, la realización de ensayos clínicos locales resulta prioritaria para validar la eficacia y seguridad de la castración química en la población de perros mestizos de Chile, así como para estudiar la aceptabilidad de estas alternativas entre tutores y veterinarios. Futuras investigaciones sobre la inmunocastración deberían enfocarse en elucidar los factores que determinan la variabilidad de la respuesta inmune **(Siel et al., 2020)**. Un estudio nacional sobre la percepción de tutores y profesionales sería un paso lógico para fortalecer la implementación práctica de estos métodos en el país.

6. CONCLUSIONES

La presente investigación evaluó exhaustivamente los métodos no quirúrgicos para el control reproductivo en caninos machos, comparando su eficacia, seguridad, reversibilidad, aplicabilidad práctica y costos. Los hallazgos demuestran que los agonistas de GnRH presentan el perfil más completo, alcanzando un 100% de éxito en los estudios realizados, junto con una alta seguridad y total reversibilidad. No obstante, su principal limitación radica en un costo comparativamente elevado y en la necesidad de aplicaciones periódicas para mantener el efecto.

La inmunocastración se presenta como una alternativa equilibrada, demostrando una alta eficacia y un perfil de seguridad intermedio. Su reversibilidad, sin embargo, es variable y está sujeta a la respuesta inmune de cada individuo, lo que representa un desafío en la práctica clínica.

En contraste, la castración química se posiciona como el método más costo-efectivo y de simple aplicación, lo que la convierte en una herramienta con gran potencial para campañas de control poblacional a gran escala. Sus principales desventajas son su irreversibilidad y un mayor riesgo de efectos adversos locales, lo que limita su indicación en contextos donde el bienestar individual y la opción de reversibilidad son prioritarios.

Finalmente, una de las brechas más significativas identificadas en la literatura es la escasa consideración de la percepción de los tutores, lo que constituye una línea de investigación prioritaria. En definitiva, la elección del método no es absoluta y debe ser una decisión contextual, supeditada al escenario clínico, los recursos económicos disponibles y los objetivos específicos del control reproductivo, ya sea a nivel individual o poblacional.

7. REFERENCIAS

- Adams, V. J. (2020). Reproduction in dogs part 1: Surgical and non-surgical de-sexing options. *Companion Animal*, 25(7), 1-9. <https://doi.org/10.12968/coan.2020.0022>
- Ahmed, S., Jiang, X., Liu, G., Sadiq, A., Farooq, U., Wassie, T., Saleem, A. H., & Zubair, M. (2022). New trends in immunocastration and its potential to improve animal welfare: a mini review. *Tropical Animal Health And Production*, 54(6). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03348-8>
- Ajadi, T., & Oyeyemi, M. (2015). Short-term effects of a single dose of gonadotrophin releasing hormone (GnRH) vaccine on testicular and ejaculate characteristics of dogs. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 123-131. <https://doi.org/10.15547/bjvm.809>
- Ajadi, T. A., & Gazal, O. S. (2016). Effect of surgical and immunological castration on haematological variables, reproductive hormones and ejaculate characteristics in mongrel dogs. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 31(1), 37-42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27574762>
- AlivetFarma. (s. f.). *CLORURO CALCIO 10% 10 ml 100 AMP*. Recuperado el 28 de junio de 2025, de <https://www.alivetfarma.cl/personas/producto/cloruro-calcio-10-10-ml-100-amp/>
- Britton, J., & D'Agostino, D. (2023). A One Health approach addressing dog overpopulation in Northern Canadian Communities. *One Health Innovation*, 1(2). <https://doi.org/10.24908/ohi.v1i2.16438>

Canpolat, I., Karabulut, E., & Eroksuz, Y. (2016). Chemical castration of adult and non-adult male dogs with sodium chloride solution. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(12), 9-11.

Diario Veterinario. (31 de mayo de 2024). La WSAVA pide un cambio de paradigma en el pensamiento sobre el control reproductivo de la reproducción. *Diario Veterinario*. <https://www.diarioveterinario.com/t/4851660/wsava-pide-cambio-paradigma-pensamiento-sobre-control-reproduccion>

Dubé, J. Y., Frenette, G., Tremblay, R. R., Tremblay, Y., & Bélanger, A. (1984). Involution of spontaneous benign prostatic hyperplasia in the dog under the influence of chronic treatment with a LHRH agonist. *The Prostate*, 5(4), 417-423. <https://doi.org/10.1002/pros.2990050406>

Dunshea, F. R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K. A., Lopaticki, S., Nugent, E. A., Simons, J. A., Walker, J., & Hennessy, D. P. (2001). Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal Of Animal Science*, 79(10), 2524. <https://doi.org/10.2527/2001.79102524x>

EASYFARMA. (s. f.). *Cloruro de calcio 10% amp 10 ml*. Recuperado el 28 de junio de 2025, de <https://www.easyfarma.cl/shop/primeros-auxilios/cloruro-de-calcio-10/>

Egalitte. (2025). *Preguntas frecuentes*. Recuperado el 28 de junio de 2025, de <https://www.egalitte.cl/faq/>

Fahim, Wang, M., Sutcu, M., Fahim, Z., & Youngquist, R. (1993). Sterilization of dogs with intra-epididymal injection of zinc arginine. *Contraception*, 47(1), 107-122. [https://doi.org/10.1016/0010-7824\(93\)90113-I](https://doi.org/10.1016/0010-7824(93)90113-I)

- Gfrerer, N., Taborsky, M., & Würbel, H. (2018). No evidence for detrimental effect of chemical castration on working ability in Swiss military dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 211, 84-87. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.019>
- Goericke-Pesch, S., Gentil, M., Spang, A., Kowalewski, M. P., Failing, K., & Hoffmann, B. (2013). Status of the down-regulated canine testis using two different GnRH agonist implants in comparison with the juvenile testis. *Reproduction*, 146(6), 517–526. <https://doi.org/10.1530/rep-13-0195>
- Jung, M. J., Moon, Y. C., Cho, I. H., Yeh, J. Y., Kim, S. E., Chang, W. S., Park, S. Y., Song, C. S., Kim, H. Y., Park, K. K., McOrist, S., Choi, I. S., & Lee, J. B. (2005). Induction of castration by immunization of male dogs with recombinant gonadotropin-releasing hormone (GnRH)-canine distemper virus (CDV) T helper cell epitope p35. *Journal Of Veterinary Science*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.4142/jvs.2005.6.1.21>
- Junaidi, A., Williamson, P. E., Cummins, J. M., Martin, G. B., Blackberry, M. A., & Trigg, T.E. (2003). Use of a new drug delivery formulation of the gonadotrophin-releasing hormone analogue Deslorelin for reversible long-term contraception in male dogs. *Reproduction Fertility And Development*, 15(6), 317. <https://doi.org/10.1071/rd03039>
- Junaidi, A., Williamson, P. E., Martin, G. B., Stanton, P. G., Blackberry, M. A., Cummins, J. M., & Trigg, T. E. (2007). Pituitary and testicular endocrine responses to exogenous gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) and luteinising hormone in male dogs treated with GnRH agonist implants. *Reproduction, Fertility and Development*, 19(8), 891. <https://doi.org/10.1071/rd07088>

- Junaidi, A., Williamson, P., Martin, G., Blackberry, M., Cummins, J., & Trigg, T. (2009a). Dose–response studies for pituitary and testicular function in male dogs treated with the GnRH superagonist, deslorelin. *Reproduction In Domestic Animals*, 44(5), 725-734. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01060.x>
- Junaidi, A., Williamson, P., Trigg, T., Cummins, J., & Martin, G. (2009b). Morphological study of the effects of the GnRH superagonist deslorelin on the canine testis and prostate gland. *Reproduction In Domestic Animals*, 44(5), 757-763. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01066.x>
- Kustritz, M. R. (2012). Effects of surgical sterilization on canine and feline health and on society. *Reproduction In Domestic Animals*, 47(s4), 214-222. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02078.x>
- Kustritz, M. V. R. (2018). Population control in small animals. *Veterinary Clinics Of North America Small Animal Practice*, 48(4), 721- 732. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.02.013>
- Kutzler, M., & Wood, A. (2006). Non-surgical methods of contraception and sterilization. *Theriogenology*, 66(3), 514-525. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.014>
- Lazcano, P. (2024, 14 de agosto). Reversible y ambulatoria: chileno crea la primera vacuna del mundo para esterilizar perros sin castrarlos. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/es-reversible-y-ambulatoria-chileno-crea-la-primera-vacuna-del-mundo-para-esterilizar-perros-sin-castrarlos/YVSR6GSEUFGERGZLBNNCX4FHNA/>

- Leoci, R., Aiudi, G., Cicirelli, V., Brent, L., Iaria, C., & Lacalandra, G. M. (2019). Effects of intratesticular vs intraepididymal calcium chloride sterilant on testicular morphology and fertility in dogs. *Theriogenology*, 127, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.006>
- Leoci, R., Aiudi, G., Silvestre, F., Lissner, E. A., & Lacalandra, G. M. (2014b). Alcohol diluent provides the optimal formulation for calcium chloride non-surgical sterilization in dogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-014-0062-2>
- Leoci, R., Aiudi, G., Silvestre, F., Lissner, E. A., Marino, F., & Lacalandra, G. M. (2014a). A dose-finding, long-term study on the use of calcium chloride in saline solution as a method of nonsurgical sterilization in dogs: evaluation of the most effective concentration with the lowest risk. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-014-0063-1>
- Lindsey, W. T., & Olin, B. R. (2013). PubMed searches: Overview and strategies for clinicians.. *Nutrition in Clinical Practice*, <https://doi.org/10.1177/0884533613475821>
- Lin, L., Xu, M., Ma, J., Du, C., Zang, Y., Huang, A., Wei, C., Gao, Q., & Gan, S. (2024). Behavioral Assessment Reveals GnRH Immunocastration as a Better Alternative to Surgical Castration. *Animals*, 14(19), 2796. <https://doi.org/10.3390/ani14192796>
- Massei, G., & Miller, L. A. (2013). Nonsurgical fertility control for managing free-roaming dog populations: A review of products and criteria for field applications. *Theriogenology*, 80(8), 829-838. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.07.016>

- Megan, C., & Mushtaq, M. (2010). Nonsurgical methods of contraception in dogs and cats: ¿Where are we now? *Veterinary Medicine*, 105(1), 12–14. <https://europepmc.org/article/AGR/IND44334278>
- Nishimura, N., Kawate, N., Sawada, T., & Mori, J. (1992). Chemical castration by a single intratesticular injection of lactic acid in rats and dogs. *Journal Of Reproduction And Development*, 38(4), 263-266. <https://doi.org/10.1262/jrd.38.263>
- Oliveira, E. C., Moura, M. R., Silva, V. A., Peixoto, C. A., Saraiva, K. L., De Sá, M. J. C., Douglas, R. H., & De Pinho Marques, A. (2007). Intratesticular injection of a zinc-based solution as a contraceptive for dogs. *Theriogenology*, 68(2), 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.03.026>
- Organización Panamericana de la Salud. (OPS). (2019). *Zoonosis y Tenencia Responsable de Mascotas en América Latina*. <https://www.paho.org/es/temas/zoonosis>
- Pérez, F., & Moisés, Á. (2014). *Uso y utilidad de las herramientas de búsqueda bibliográfica de acceso gratuito relacionadas con las ciencias de la salud (PubMed, Google Scholar y Scirus)*. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40685/1/tesis_franco_perez.pdf
- Pineda, M., & Hepler, D. (1981). Chemical vasectomy in dogs. Long-term study. *Theriogenology*, 16(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/0093-691x\(81\)90108-4](https://doi.org/10.1016/0093-691x(81)90108-4)
- Polisca, A., Orlandi, R., Troisi, A., Brecchia, G., Zerani, M., Boiti, C., & Zelli, R. (2013). Clinical efficacy of the GnRH agonist (Deslorelin) in dogs affected by benign prostatic hyperplasia and evaluation of prostatic blood flow by doppler ultrasound. *Reproduction in Domestic Animals*, 48(4), 673–680. <https://doi.org/10.1111/rda.12143>

- Rhodes, L. (2016). New approaches to non-surgical sterilization for dogs and cats: Opportunities and challenges. *Reproduction In Domestic Animals*, 52(S2), 327-331. <https://doi.org/10.1111/rda.12862>
- Romagnoli, S., Diana, A., Ferré-Dolcet, L., Fontaine, C., & Milani, C. (2023). Chronic use of Deslorelin in dogs: Six cases (2005–2022). *Animals*, 13(2), 265. <https://doi.org/10.3390/ani13020265>
- Romagnoli, S., Krekeler, N., De Cramer, K., Kutzler, M., McCarthy, R., & Schaefer-Somi, S. (2024). WSAVA guidelines for the control of reproduction in dogs and cats. *Journal Of Small Animal Practice*, 65(7), 424-559. <https://doi.org/10.1111/jsap.13724>
- Romagnoli, S., Siminica, A., Sontas, B., Milani, C., Mollo, A., & Stelletta, C. (2012). Semen quality and onset of sterility following administration of a 4.7-mg Deslorelin Implant in adult male dogs. *Reproduction in Domestic Animals*, 47, 389–392. <https://doi.org/10.1111/rda.12058>
- Schäfer-Somi, S., Kaya, D., & Aslan, S. (2022). Prepubertal Use of Long-Term GnRH Agonists in Dogs: Current Knowledge and Recommendations. *Animals*, 12(17), 2267. <https://doi.org/10.3390/ani12172267>
- Siel, D., Ubilla, M. J., Vidal, S., Loaiza, A., Quiroga, J., Cifuentes, F., & Sáenz, L. (2020). Reproductive and Behavioral Evaluation of a New Immunocastration Dog Vaccine. *Animals*, 10(2), 226. <https://doi.org/10.3390/ani10020226>
- Silva, R. C. A., Paranzini, C. S., Franco, L. G., Miguel, M. P., Honsho, C. S., & Souza, F. F. (2018). Calcium chloride combined with dimethyl sulphoxide for the chemical sterilization of dogs. *Reproduction In Domestic Animals*, 53(6), 1330-1338. <https://doi.org/10.1111/rda.13252>

- Sirivaidyapong, S., Mehl, N., & Trigg, T. (2012). Delay of puberty and reproductive performance in male dogs following the implantation of 4.7 and 9.4 mg GnRH-Agonist Deslorelin at an early pre-pubertal age. *Reproduction in Domestic Animals*, 47, 400–402. <https://doi.org/10.1111/rda.12066>
- Soto, F., Viana, W., Mucciolo, G., Hosomi, F., Vannucchi, C., Mazzei, C., Eyherabide, A., De Fátima Lúcio, C., Dias, R., & De Azevedo, S. (2009). Evaluation of Efficacy and Safety of Zinc Gluconate Associated with Dimethyl Sulphoxide for Sexually Mature Canine Males Chemical Neutering. *Reproduction In Domestic Animals*, 44(6), 927-931. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01119.x>
- 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. <https://doi.org/10.2460/javma.2004.224.380>
- Stempel, S., Körber, H., Reifarth, L., Schuler, G., & Goericke-Pesch, S. (2022). What happens in male dogs after treatment with a 4.7 mg Deslorelin Implant? II. Recovery of testicular function after implant removal. *Animals*, 12(19), 2545. <https://doi.org/10.3390/ani12192545>
- Struthers, R. (2012). Gonadotropin-releasing hormone targeting for gonadotroph ablation: An approach to non-surgical sterilization. *Reproduction In Domestic Animals*, 47(s4), 233-238. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02081.x>
- Tierarzt Karlsruhe - Kleintierzentrum Arndt. (2024). *Suprelorin Implantant*. Recuperado el 28 de junio de 2025, de <https://tierarzt-karlsruhe-durlach.de/es/implante-de-suprelorina/>

- Torres de la Riva, G., 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055937>
- Trigg, T., Doyle, A., Walsh, J., & Swangchan-Uthai, T. (2006). A review of advances in the use of the GnRH agonist deslorelin in control of reproduction. *Theriogenology*, 66(6-7), 1507-1512. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.02.037>
- Trigg, T. E., Wright, P. J., Armour, A. F., Williamson, P. E., Junaidi, A., Martin, G. B., & Walsh, J. (2001). Use of a GnRH analogue implant to produce reversible long-term suppression of reproductive function in male and female domestic dogs. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 57, 255-261.
- Vanderstichel, R., Forzán, M., Pérez, G., Serpell, J., & Garde, E. (2015). Changes in blood testosterone concentrations after surgical and chemical sterilization of male free-roaming dogs in southern Chile. *Theriogenology*, 83(6), 1021-1027. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.12.001>
- Vannucchi, C. I., Angrimani, D. S. R., Eyherabide, A. R., Mazzei, C. P., Lucio, C. F., Maiorka, P. C., Silva, L. C. G., & Nichi, M. (2015). Effects of intratesticular administration of zinc gluconate and dimethyl sulfoxide on clinical, endocrinological, and reproductive parameters in dogs. *Theriogenology*, 84(7), 1103-1110. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.06.005>
- Virbac. (s. f.). *Suprelorin*. Recuperado el 28 de junio de 2025, de <https://vet-es.virbac.com/home/productos/perros/reproduccion/suprelorin.html>

- Walker, J., Ghosh, S., Pagnon, J., Colantoni, C., Newbold, A., Zeng, W., & Jackson, D. C. (2007). Totally synthetic peptide-based immunocontraceptive vaccines show activity in dogs of different breeds. *Vaccine*, 25(41), 7111-7119. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.07.047>
- Wang, C., Yang, C., Zeng, Y., & Zhang, M. (2023). GnRH-immunocastration: an alternative method for male animal surgical castration. *Frontiers In Veterinary w*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1248879>

8. ANEXOS

8.1 Tabla resumen de los 26 estudios incluidos en el análisis comparativo de métodos no quirúrgicos en caninos machos

| N° | Autor/Año | País | Método | Tipo de estudio | n= | Especie | Sexo | Resultado clave |
|----|------------------------------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------|--|
| 1 | Dube et al. (1984) | Canadá | Reguladores hormonales | Experimental | 8 (tratados) + 2 (control) | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Uso de agonistas GnRH para tratar HPB |
| 2 | Junaidi et al. (2003) | Australia | Reguladores hormonales | Experimental | 8 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Evaluación de una formulación nueva para anticoncepción reversible |
| 3 | Junaidi et al. (2007) | Australia | Reguladores hormonales | Experimental, aleatorizado | 20 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Análisis endocrino detallado de la respuesta al tratamiento |
| 4 | Junaidi et al. (2009a) | Australia | Reguladores hormonales | Experimental | 16 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Determina dosis óptimas de Deslorelin a |
| 5 | Sirivaidyapong et al. (2012) | Tailandia | Reguladores hormonales | Experimental | 11 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Estudio del uso de Deslorelin a en animales prepuberales |

| | | | | | | | | |
|----|------------------------------|---------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|---|
| 6 | Romagnoli et al. (2012) | Italia | Reguladores hormonales | Experimental | 6 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Relación entre dosis, tiempo y calidad seminal |
| 7 | Polisca et al. (2013) | Italia | Reguladores hormonales | Experimental y clínico | 6 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Combina eficacia clínica con imagenología |
| 8 | Goericke-Pesch et al. (2013) | Italia | Reguladores hormonales | Experimental | 35 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Evaluación histológica comparativa |
| 9 | Stempel et al. (2022) | Alemania | Reguladores hormonales | Experimental | 7 (tratados) + 3 (control) | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Estudia la reversibilidad post-tratamiento |
| 10 | Romagnoli et al. (2023) | Italia | Reguladores hormonales | Serie de casos retrospectiva | 6 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Casuística a largo plazo del uso de Deslorelin |
| 11 | Jung et al. (2005) | Corea del Sur | Inmunocastración | Experimental | 8 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Induce castración con vacuna recombinante. |
| 12 | Walker et al. (2007) | Australia | Inmunocastración | Experimental controlado | 33 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos y hembras | Suprime hormonas reproductivas en varias razas. |
| 13 | Ajadi & Oyeyemi (2015) | Nigeria | Inmunocastración | Experimental | 10 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Reduce tamaño testicular y semen. |
| 14 | Ajadi & Gazal (2016) | Nigeria | Inmunocastración | Experimental comparativo | 10 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Compara hormonas y semen. |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------------------|---------|--------------------|--|-----|-------------------------------|--------|---|
| 15 | Siel et al. (2020) | Chile | Inmunocastración | Ensayo experimental | 40 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Evalúa reproducción y conducta. |
| 16 | Pineda & Hepler (1981) | EE.UU | Castración química | Ensayo experimental longitudinal | 9 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Infertilidad permanente |
| 17 | Fahim et al. (1993) | EE.UU | Castración química | Experimental controlado longitudinal | 15 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Necrosis sostenida |
| 18 | Oliveira et al. (2007) | Brasil | Castración química | Experimental controlado | 15 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Necrosis , azoospermia |
| 19 | Soto et al. (2009) | Brasil | Castración química | Experimental controlado | 15 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Alta infertilidad |
| 20 | Leoci et al. (2014b) | Italia | Castración química | Experimental controlado, aleatorias y longitud | 52 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Determina dosis-óptima de CaCl ₂ ; alta eficacia con baja complicación |
| 21 | Leoci et al. (2014a) | Italia | Castración química | Ensayo experimental controlado, randomizado y longitudinal | 50 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Alto éxito con CaCl ₂ al 20% |
| 22 | Vanderstichel et al. (2015) | Chile | Castración química | Ensayo de campo controlado y longitudinal | 118 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Menor edema campo |
| 23 | Vannucchi et al. (2015) | Brasil | Castración química | Ensayo experimental controlado y longitudinal | 22 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Reducción gonadal |
| 24 | Canpolat et al. (2016) | Turquía | Castración química | Ensayo experimental controlado y longitudinal | 12 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Necrosis testicular |
| 25 | Silva et al. (2018) | Brasil | Castración química | Ensayo experimental controlado, longitudinal | 12 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Alta infertilidad, dolor mínimo |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------|--------|--------------------|---|-----|-------------------------------|--------|-------------------|
| 26 | Leoci et al. (2019) | Italia | Castración química | Ensayo experimental controlado longitudinal | 148 | <i>Canis lupus familiaris</i> | Machos | Alta infertilidad |
|----|---------------------|--------|--------------------|---|-----|-------------------------------|--------|-------------------|

8.2 Análisis de los estudios según la consideración de la opinión de los tutores

8.2.1 Agonistas GnRH

| Categoría | N° de estudios | Referencias |
|-----------------------------|----------------|---|
| Considera opinión del tutor | 0 | |
| No considera | 7 | Dube et al. (1984); Junaidi et al. (2003); Junaidi et al. (2007); Junaidi et al. (2009a); Romagnoli et al. (2012) |
| Parcialmente considera | 3 | Sirivaidyapong et al. (2012); Polisca et al. (2013); Romagnoli et al. (2023) |

8.2.2 Inmunocastración

| Categoría | N° de estudios | Referencias |
|-----------------------------|----------------|--|
| Considera opinión del tutor | 1 | Siel et al. (2020) |
| No considera | 4 | Jung et al. (2005); Walker et al. (2007); Ajadi & Oyeyemi (2015); Ajadi & Gazal (2016) |
| Parcialmente considera | 0 | |

8.2.3 Castración química

| Categoría | N° de estudios | Referencias |
|-----------------------------|----------------|---|
| Considera opinión del tutor | 0 | |
| No considera | 11 | Pineda & Hepler (1981); Fahim et al. (1993); Oliveira et al. (2007); Soto et al. (2009); Leoci et al. (2014a); Leoci et al. (2014b); Vanderstichel et al. (2015); Vannucchi et al. (2015); Canpolat et al. (2016); Silva et al. (2018); Leoci et al. (2019) |
| Parcialmente considera | 0 | |