



Eficacia de la deslorelina como anticonceptivo en zarigüeyas macho (*Didelphis marsupialis*)

Autor (a)

Lina María Osorio León

Médico veterinario

Director (a)

**Marta Liliana Bermeo Sierra
Delio Orjuela Acosta**

**Grupo de Investigación
ECOBIO**

**Línea de Investigación
Medicina de la conservación animal**

**Facultad de ciencias básicas
Medicina veterinaria
Universidad Santiago de Cali
Santiago de Cali - Colombia
2026**

IMPACTOS

Relacione el (los) impacto(s) que presentó el Trabajo de Grado

IMPACTO	PRODUCTO	BENEFICIARIO(S)
Económico	Reducción de la población de zarigüeyas y por tanto reducción de los costos de rescate y rehabilitación.	Autoridades Ambientales.
Responsabilidad social	Mejora en la Salud pública al disminuir los riesgos zoonóticos	Ciudadanía y Autoridades Ambientales.
Científico	Validación de una opción anticonceptiva en la especie.	Comunidad Científica y Autoridades Ambientales.
Indicadores de Gestión	Disminución en el conteo espermático; la actividad sexual y la reproducción de las zarigüeyas.	Todos
Tecnológico	Aplicación de una metodología estudiada en animales domésticos y ajuste a la Fauna Silvestre.	Autoridades Ambientales, Veterinarios, Biólogos, Zootecnistas, ingenieros Ambientales y profesiones afines.
Técnico	Diseño de una estrategia para obtener semen de la especie.	Técnicos veterinarios y ciudadanía.
Ambiental	Disminución del impacto negativo que las zarigüeyas causan a aves y otras especies silvestres por su superpoblación	Autoridades Ambientales, Ciudadanía en general.
Social	Disminución del conflicto Animal/humano que es bastante marcado en la ciudad.	Autoridades Ambientales, Ciudadanía en general.
Cultural	Contribución a la transformación cultural referente a la especie ya que desde su uso hasta su conflicto están arraigados en la cultura regional.	Autoridades Ambientales, Ciudadanía en general.

Tabla De Contenido

1. INTRODUCCIÓN	9
2. MATERIALES Y METODOS	13
2.2. Área De Estudio	13
2.3. Diseño Del Estudio	14
2.4. Población De Muestra	14
2.5. Administración Del Implante Anticonceptivo	15
2.6. Evaluación Reproductiva Y Toma De Muestra Seminal	16
2.7. Evaluación Reproductiva Postratamiento	18
3. RESULTADOS	19
3.1. Diseño Del Estudio Y Población Muestral	19
3.2. Grupo 1 Tratado.	19
3.2.1. Conteo Espermático	19
3.2.2. Análisis Estadístico Del Conteo Espermático	20
3.2.3. Medidas Y Volumen Testicular	21
3.3. Grupo 2 Control	22
3.3.1. Conteo Espermático	22
3.3.2. Análisis estadístico del conteo espermático.....	22
3.3.3. Medidas Y Volumen Testicular.....	23
4. DISCUSIÓN	25
4.1. Análisis Comparativo Del Grupo De Tratamiento Y El Grupo Control	25
4.1.1. Conteo Espermático	25
4.1.2. Volumen Testicular	26
4.1.3. Comparación Interespecífica Y Validación Biológica Específica	27
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
5.1. Eficacia Y Seguridad Del Uso De Deslorelina En <i>Didelphis Marsupialis</i>	28
5.2. Seguridad Y Tolerancia	28
5.3. Recomendaciones Para Futuras Investigaciones	29
5.4. Consideraciones Técnicas Sobre El Uso De Deslorelina En <i>Didelphis Marsupialis</i>	29
5.5. Protocolo De Uso De Deslorelina	30
5.6. Consideraciones Previas Para Futuras Investigaciones	31

5.7	Base De Datos Regional	32
6	AGRADECIMIENTOS	32
7	Referencias Bibliográficas	33

GUIA DE TABLAS

Tabla No. 1	14
Tabla No. 2	20
Tabla No. 3	20
Tabla No. 4	21
Tabla No. 5	21
Tabla No. 6	22

Eficacia de la deslorelina como anticonceptivo en zarigüeyas macho (*Didelphis marsupialis*)

RESUMEN

La sobreabundancia de zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) en entornos urbanos representa un desafío ecológico y sanitario, lo que resalta la necesidad de estrategias de control poblacional no letales. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de un implante subcutáneo de deslorelina (4,7 mg) como anticonceptivo en machos adultos de esta especie.

Se realizó un estudio experimental longitudinal en un centro de atención de fauna silvestre en Cali, Colombia, con un total de 16 individuos distribuidos en un grupo control (n = 8) y un grupo tratamiento (n = 8). La función reproductiva se evaluó mediante la medición de la concentración espermática y el volumen testicular antes del tratamiento (T0) y 15 días después de la implantación (T1).

El grupo tratado mostró una reducción marcada de la concentración espermática, con azoospermia en el 62,5% de los individuos (5/8). Un individuo presentó una disminución severa, uno una reducción moderada y uno evidenció un incremento compatible con un efecto estimulador transitorio ("flare-up"). En contraste, el grupo control mantuvo concentraciones espermáticas estables (34–83 millones/mL), sin cambios relevantes entre T0 y T1. Asimismo, se observó una tendencia general a la disminución del volumen testicular en los individuos tratados, mientras que en el grupo control no se evidenciaron variaciones significativas.

Estos hallazgos indican que la deslorelina induce una supresión rápida de la espermatogénesis en machos de *Didelphis marsupialis*, constituyéndose como una alternativa prometedora y no letal para el control reproductivo bajo condiciones de manejo

ex situ. No obstante, la variabilidad en la respuesta individual resalta la necesidad de estudios adicionales que evalúen la duración y consistencia del efecto.

Palabras clave: Deslorelina, anticoncepción, *Didelphis marsupialis*, control poblacional, fauna

Efficacy of Deslorelin as a Contraceptive in Male Opossums (Didelphis marsupialis)

ABSTRACT

The overabundance of opossums (*Didelphis marsupialis*) in urban environments represents an ecological and public health challenge, highlighting the need for effective non-lethal population control strategies. This study aimed to evaluate the efficacy of a 4.7 mg subcutaneous deslorelin implant as a contraceptive in adult males of this species.

A longitudinal experimental study was conducted at a wildlife rescue center in Cali, Colombia, including 16 individuals assigned to a control group (n = 8) and a treatment group (n = 8). Reproductive function was assessed by measuring sperm concentration and testicular volume before treatment (T0) and 15 days post-implantation (T1).

The treated group showed a marked reduction in sperm concentration, with azoospermia observed in 62.5% of individuals (5/8). One individual exhibited a severe decrease, one a moderate reduction, and one showed an increase consistent with a transient stimulatory (“flare-up”) effect. In contrast, the control group maintained stable sperm concentrations (34–83 million/mL), with no relevant changes between T0 and T1.

A general reduction in testicular volume was also observed in treated individuals, whereas no significant variations were detected in the control group.

These findings indicate that deslorelin induces rapid suppression of spermatogenesis in male *Didelphis marsupialis*, representing a promising non-lethal alternative for reproductive control under ex situ management conditions. However, variability in individual response highlights the need for further studies to assess the duration and consistency of the effect.

Keywords: Deslorelin, contraception, *Didelphis marsupialis*, population control, wildlife

1. INTRODUCCIÓN

La zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*) es uno de los marsupiales neotropicales con mayor capacidad de adaptación a paisajes transformados por actividades humanas, gracias a su dieta omnívora oportunista, flexibilidad conductual y elevada plasticidad ecológica (Tirira, 2017; Astúa et al., 2021). Estas características le permiten aprovechar eficientemente recursos antropogénicos como residuos orgánicos, alimento para animales domésticos y refugios artificiales, favoreciendo su persistencia en entornos urbanos y periurbanos (Villada-Cadavid & Soto-Calderón, 2020; Wright et al., 2012).

La expansión urbana, la fragmentación de ecosistemas naturales y la transformación progresiva de hábitats rurales han modificado profundamente las dinámicas ecológicas, incrementando la interacción entre esta especie nativa y ambientes urbanos, particularmente en ciudades colombianas como Cali y Medellín (Villada-Cadavid & Soto-Calderón, 2020).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), *D. marsupialis* no se encuentra clasificada como especie amenazada, lo que refleja su estabilidad poblacional y su notable capacidad de adaptación frente a cambios ambientales (Astúa et al., 2021). A diferencia de numerosas especies silvestres que sufren desplazamiento o disminución poblacional ante la presión antrópica, *D. marsupialis* ha mostrado una resiliencia biológica considerable. Este éxito adaptativo no representa una problemática inherente a la especie, sino una respuesta ecológica frente a profundas transformaciones ambientales inducidas por actividades humanas.

La biología reproductiva de *D. marsupialis* refuerza significativamente esta capacidad adaptativa. Las hembras cuentan con dos úteros y dos conductos reproductivos, lo que favorece una elevada tasa de natalidad. Por su parte, los machos poseen un órgano reproductivo con dos extremos, adaptado específicamente para la fertilización de la hembra. Estrada-Cely, G., & López-Aguado, N. (2024).

La especie presenta una gestación extremadamente corta, de aproximadamente 10 a 13 días, al término de este tiempo, nacen crías subdesarrolladas que requieren permanecer en el marsupio materno para completar su desarrollo. Las crías, denominadas "joeys", nacen sin ojos ni orejas, debiendo desplazarse por sí mismas hasta el marsupio y deben fijarse inmediatamente a uno de los pezones funcionales para completar su desarrollo durante 90 a 120 días (Zarza & Medellín, 2005). Aunque el número de crías suele exceder la cantidad de pezones disponibles, generando mortalidad temprana, aquellas que sobreviven alcanzan independencia funcional en un periodo relativamente breve, siendo destetadas entre los 90 y 108 días (Krause, 2006; Flórez, 2022). La zarigüeya es capaz de reproducirse entre dos y tres veces al año, y el tamaño de la camada varía entre 5 y 16 crías, aunque no todas logran sobrevivir hasta la etapa adulta. En conjunto, la combinación de alta fecundidad, madurez temprana, desarrollo protegido y rápida renovación poblacional convierte a *D. marsupialis* en una especie altamente eficiente desde el punto de vista reproductivo.

En el ámbito local, la problemática de la sobreabundancia de *Didelphis marsupialis* se manifiesta de manera clara en el incremento sostenido de ingresos de zarigüeyas al Hogar de Paso de fauna silvestre de Cali. Esta especie ha llegado a convertirse en uno de los taxones más representativos del centro, ocupando el primer lugar en cuanto al número de ingresos gestionados por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA).

Entre 2020 y 2024 se registraron 3.911 ingresos de ejemplares de *Didelphis marsupialis*, observándose un aumento sostenido año tras año: 562 individuos en 2020 (15.4% del total de ingresos), 630 en 2021 (17.3%), 743 en 2022 (20.4%), 804 en 2023 (22.1%) y un incremento marcado en 2024 con 1.172 individuos, representando aproximadamente el 48.1% del total de fauna ingresada. Para 2025, esta cifra ascendió a 1.412 ejemplares. Este patrón refleja no solo una elevada frecuencia de interacción entre la especie y entornos urbanos, sino también una creciente exposición de sus

poblaciones a amenazas antropogénicas que comprometen su bienestar y aumentan su vulnerabilidad.

Asimismo, como especie omnívora oportunista y con hábitos depredadores, *D. marsupialis* puede ejercer presión sobre poblaciones de aves, pequeños vertebrados, nidos y huevos en determinados escenarios urbanos o periurbanos, lo que podría influir en dinámicas ecológicas locales cuando existen incrementos poblacionales sostenidos (Cáceres, 2002; Astúa, 2015). Adicionalmente, estudios han identificado a esta especie como hospedadora de agentes zoonóticos y parásitos de relevancia en salud pública, incluyendo *Trypanosoma cruzi*, *Leptospira* spp., *Toxocara* spp. y *Hymenolepis* spp. (Jansen et al., 2015; Jorge et al., 2012; Ramírez & Osorio, 2014). Estos hallazgos resaltan la importancia de abordar la gestión de fauna silvestre urbana desde una perspectiva integral de salud ecosistémica, conservación y bienestar animal.

En marsupiales, la anticoncepción hormonal ha sido estudiada principalmente en especies australianas, como *Macropus eugenii* y *Trichosurus vulpecula*, donde se han reportado efectos anticonceptivos reversibles, aunque con diferencias relevantes entre sexos y especies (Herbert et al., 2004; Eymann et al., 2007). Estudios experimentales en *Didelphis virginiana* han evidenciado disminuciones en los niveles de testosterona y en el tamaño testicular tras el uso de deslorelina, lo que sugiere una supresión efectiva de la función reproductiva masculina (Johnston et al., 2008). Sin embargo, la extrapolación de estos resultados a otras especies del género *Didelphis* debe realizarse con cautela.

A pesar de estos antecedentes, existe una marcada escasez de estudios centrados en marsupiales neotropicales del orden Didelphimorphia, y particularmente en *Didelphis marsupialis*. La biología reproductiva de esta especie, caracterizada por una gestación ultracorta, desarrollo postnatal prolongado en el marsupio y madurez sexual temprana, podría influir en su respuesta a la anticoncepción hormonal y favorecer una rápida recuperación poblacional. La ausencia de información específica sobre la eficacia, duración del efecto y posibles respuestas individuales al uso de deslorelina en esta

especie constituye un vacío científico y operativo que limita la implementación de programas de control poblacional basados en evidencia.

En este contexto, profundizar en el conocimiento de la biología reproductiva de *D. marsupialis* y en alternativas farmacológicas potenciales puede representar una herramienta valiosa para futuras estrategias de manejo enfocadas principalmente en el bienestar de la especie. La generación de evidencia científica sobre métodos no letales y potencialmente reversibles podría, a largo plazo, favorecer enfoques menos invasivos que reduzcan riesgos asociados a sobreexposición urbana, intervenciones agresivas o medidas de control más drásticas, promoviendo una coexistencia más ética y sostenible. Tradicionalmente, estrategias como el control letal, la reubicación o la esterilización quirúrgica han presentado limitaciones importantes desde perspectivas éticas, ecológicas y de bienestar animal (Massei & Cowan, 2014; Dubois et al., 2017).

En contraste, la anticoncepción hormonal reversible ha surgido como una alternativa que podría ofrecer beneficios potenciales, aunque su implementación requiere rigurosa validación científica. No obstante, este tipo de aproximaciones también plantea dilemas bioéticos relacionados con la intervención humana sobre procesos fisiológicos naturales, posibles efectos endocrinos o conductuales y la necesidad de garantizar que cualquier estrategia futura priorice la conservación y el bienestar individual de los animales (Kirkpatrick & Turner, 1991; Hampton et al., 2015).

Entre estas alternativas, la deslorelina, un agonista de liberación prolongada de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), ha demostrado capacidad para inducir supresión reversible de la función reproductiva en múltiples especies domésticas y silvestres (Trigg et al., 2001; Herbert et al., 2005). Sin embargo, la información específica sobre su eficacia en *Didelphis marsupialis* continúa siendo escasa, particularmente en especies neotropicales.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia del implante anticonceptivo de deslorelina en machos adultos de *Didelphis marsupialis*,

mediante la comparación de parámetros reproductivos antes y después del tratamiento. Los resultados de esta investigación buscan aportar información técnica y científica que respalde el uso responsable de la anticoncepción hormonal como herramienta de manejo poblacional en fauna silvestre urbana, contribuyendo al desarrollo de estrategias éticas, sostenibles y adaptadas a la realidad biológica de las especies neotropicales.

2. MATERIALES Y METODOS

2.2. Área de estudio

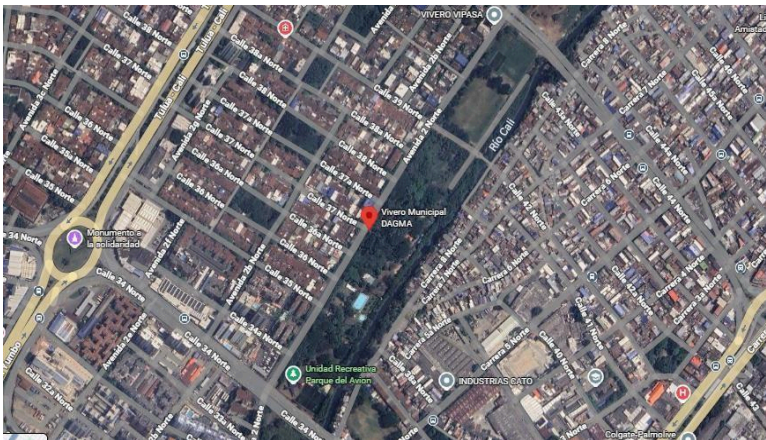
El estudio se desarrolló en el Hogar de Paso de fauna silvestre del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), localizado en el municipio de Cali, al norte de la ciudad, en las coordenadas aproximadas 3°28'18" N y 76°30'56" W, a una altitud cercana a los 969 m s. n. m. La zona se caracteriza por presentar un clima cálido templado, con una temperatura media anual alrededor de 23,9 °C y una humedad relativa que oscila entre el 70 y el 80 %, condiciones representativas del entorno urbano y periurbano del valle geográfico del río Cauca (IDEAM, 2024). Este centro funciona como unidad de recepción, manejo temporal y rehabilitación de fauna silvestre proveniente principalmente de situaciones de rescate, lo que lo convierte en un escenario adecuado para el desarrollo de estudios aplicados orientados al manejo y control poblacional de especies silvestres como *Didelphis marsupialis*.

Imagen No. 1 Hogar de paso Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente



Nota. Elaboración propia

Imagen No. 2 Ubicación del hogar de paso de fauna silvestre DAGMA



2.3. Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio experimental de tipo longitudinal, con evaluaciones pretratamiento (T0) y postratamiento, orientado a evaluar la eficacia anticonceptiva del implante de deslorelina en machos adultos de *Didelphis marsupialis*. La eficacia del tratamiento se determinó mediante la comparación de parámetros reproductivos antes y después de la administración del implante.

2.4.Población de muestra

Tabla No. 1 Clasificación taxonómica de la especie.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>

Nota. Elaboración propia

El tamaño de la muestra se determinó con base en los objetivos del estudio, orientado a evaluar la eficacia anticonceptiva de la deslorelina en machos de *Didelphis marsupialis*. Se trabajó con un diseño experimental que incluyó dos grupos independientes: un grupo control (n = 8) y un grupo tratamiento con deslorelina (n = 8), para un total de 16 individuos.

Esto permite determinar si los cambios observados en los parámetros reproductivos (como la concentración espermática y el volumen testicular) en los machos tratados con deslorelina son realmente causados por el anticonceptivo y no por otros factores externos, como variaciones naturales, el estrés del manejo o los procedimientos de muestreo y de esa forma al mantener el grupo control sin la intervención farmacológica, los investigadores pueden asegurarse de que cualquier disminución significativa en la actividad reproductiva del grupo de tratamiento se deba directamente al efecto de la deslorelina.

El cálculo del tamaño muestral se realizó mediante un análisis de potencia estadística utilizando el software Jamovi, empleando una prueba t para muestras independientes. Se consideró un nivel de significancia (α) de 0.05, una potencia estadística deseada ($1 - \beta$) de 0.80 y un tamaño del efecto esperado (Cohen's d) de 1.0, correspondiente a un efecto grande, basado en estudios previos en mamíferos donde la administración de deslorelina ha demostrado una supresión significativa de la actividad reproductiva. Bajo estos parámetros, el análisis indicó la necesidad de aproximadamente 7 a 8 individuos por grupo, lo que justificó la inclusión de 16 ejemplares en total.

Se incluyeron exclusivamente machos adultos de *Didelphis marsupialis*, clínicamente sanos, con un peso corporal superior a 1 kg. Se excluyeron individuos juveniles, seniles o que presentaran alteraciones clínicas o testiculares evidentes al examen físico inicial que pudieran interferir con la interpretación de los resultados. La selección de este tamaño muestral permitió detectar diferencias biológicamente relevantes entre los grupos, manteniendo un equilibrio entre la validez científica del estudio y el uso ético de animales, en concordancia con el principio de reducción de las 3R del bienestar animal.

2.5. Administración del implante anticonceptivo

A cada ejemplar del grupo tratamiento se le administró un implante subcutáneo

de deslorelina de liberación prolongada (SUPRELORIN®, 4.7 mg; Virbac), colocado en la región interescapular. Previamente a la implantación, el sitio de aplicación fue preparado mediante limpieza mecánica con gasas estériles y antisepsia con clorhexidina al 0.05 %, aplicada en movimientos circulares de adentro hacia afuera, repitiendo el procedimiento en tres ocasiones. Posteriormente, se retiró el exceso de antiséptico con alcohol al 70 % para favorecer el secado de la piel.

El implante fue introducido por vía subcutánea utilizando el trocar suministrado por el fabricante, formando un túnel subcutáneo y liberando el implante mediante la retirada gradual del obturador. Una vez finalizado el procedimiento, se realizó palpación cuidadosa del área para confirmar la correcta ubicación del implante, registrándose su localización en la ficha clínica de cada individuo.

2.6. Evaluación reproductiva y toma de muestra seminal. Evaluación basal pretratamiento (T0)

La evaluación reproductiva basal se realizó previo a la implantación del anticonceptivo, con el fin de establecer los parámetros iniciales de la función reproductiva en los individuos incluidos en el estudio. La recolección de semen se llevó a cabo mediante estimulación electroeyaculatoria bajo sedación.

Para el procedimiento anestésico se utilizó una combinación de medetomidina a dosis de 0,06 mg/kg por vía intramuscular e isoflurano al 2 % administrado en oxígeno a un flujo de 0,8 cc mediante inhalación. Durante todo el procedimiento se mantuvo una monitorización continua de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y temperatura corporal.

Las muestras seminales obtenidas fueron procesadas mediante conteo espermático directo en cámara de Neubauer sin dilución, determinando la concentración espermática expresada en número de espermatozoides por mililitro. No se evaluaron otros parámetros seminales, dado que el objetivo del estudio se centró en la presencia y concentración espermática como indicadores de actividad reproductiva.

Adicionalmente, se realizó la evaluación del volumen testicular mediante medición directa con calibrador Vernier (Figura 3), registrando largo, ancho y alto de cada testículo. Debido a un fundamento técnico reproductivo claro y bien establecido, el

tamaño y volumen testicular son directamente proporcionales a la cantidad de tejido seminífero presente y, por ende, a la capacidad de producción de espermatozoides (espermatogénesis) en los machos. Testículos más grandes suelen indicar una mayor actividad espermatogénica, mientras que una disminución en su tamaño puede ser un reflejo de una reducción o supresión de esta actividad. (Busquet, L. A. 2020)

Dado que la deslorelina actúa suprimiendo el eje reproductivo y, en última instancia, inhibiendo la espermatogénesis y reduciendo los niveles de testosterona, se espera que el volumen testicular disminuya en los animales tratados. Por lo tanto, medir el volumen testicular antes y después del tratamiento permite cuantificar el impacto físico y funcional del anticonceptivo en los órganos reproductivos. Es un indicador indirecto de la actividad endocrina y germinal.

Un menor volumen testicular, especialmente si va acompañado de azoospermia (ausencia de espermatozoides), es un fuerte indicio de infertilidad. (Busquet, L. A. 2020) Este parámetro complementa la evaluación de la concentración espermática, ofreciendo una visión más completa de la respuesta reproductiva al tratamiento. El estudio observó una tendencia general a la disminución del volumen testicular en el grupo tratado, consistente con la caída de testosterona intra-testicular y la desorganización del epitelio seminífero.

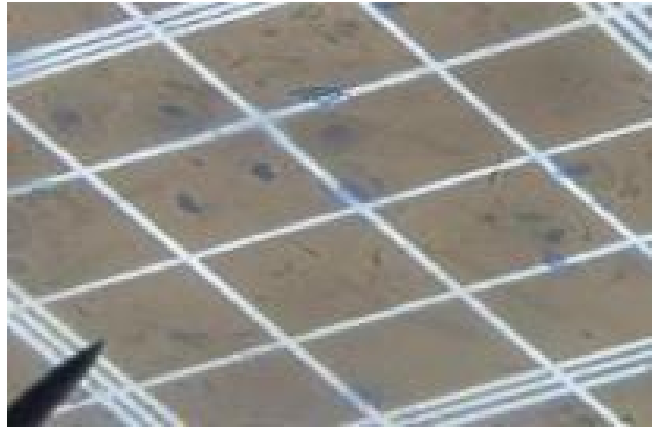
El volumen testicular fue estimado utilizando la fórmula para el cálculo de un elipsoide: $Volumen = (largo \times ancho \times alto \times \pi) / 6$ (Gouletsou, Galatos & Leontides, 2008)."

Imagen No. 2 Visualización de espermatozoides del *Didelphis marsupialis* a través de microscopio



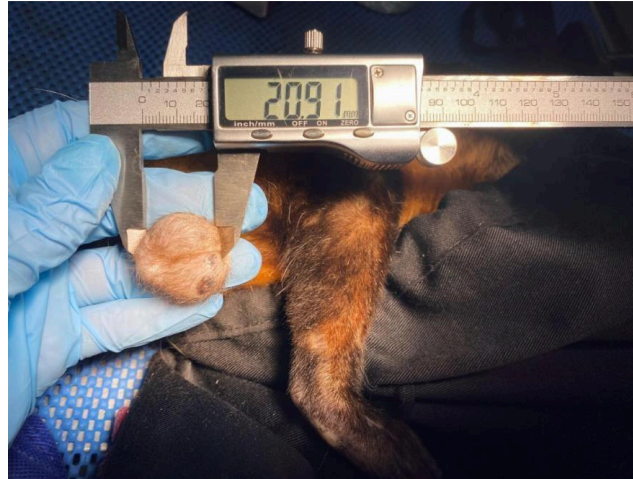
Nota. Elaboración propia

Imagen No. 3 Visualización de espermatozoides de *Didelphis marsupialis* en cámara de Neubauer con tinción de azul de metileno.



Nota. Elaboración propia

Imagen No.4 Medición testicular de *Didelphis marsupialis* con calibrador Vernier



Nota. Elaboración propia

2.7. Evaluación reproductiva postratamiento

Quince días después de la implantación del anticonceptivo, se realizó una segunda evaluación reproductiva siguiendo el mismo protocolo descrito para la evaluación basal. La recolección de semen se efectuó nuevamente mediante estimulación electroeyaculatoria bajo sedación, utilizando medetomidina (0.06 mg/kg IM) e isoflurano al 2% en oxígeno a un flujo de 0.8 cc IH, bajo monitorización anestésica continua.

La muestra seminal fue procesada mediante conteo espermático directo en cámara de Neubauer sin dilución, determinando la concentración espermática por mililitro. Asimismo, se repitió la medición del volumen testicular utilizando calibrador Vernier y la fórmula del elipsoide, registrando largo, ancho y alto de los testículos.

Los valores obtenidos en esta evaluación fueron comparados con los parámetros basales (T0), permitiendo establecer de manera objetiva los cambios asociados al tratamiento y evaluar la eficacia anticonceptiva del implante de deslorelina.

3. RESULTADOS

3.1 Diseño del Estudio y Población Muestral

El diseño experimental del estudio consistió en 16 machos adultos de *Didelphis marsupialis* clínicamente sanos, distribuidos aleatoriamente en dos grupos: un grupo tratamiento (n = 8), al cual se le administró un implante de deslorelina, y un grupo control (n = 8). Se realizaron mediciones de concentración espermática y volumen testicular en dos momentos: antes de la intervención (T0) y 15 días después de la misma (T1), con el fin de evaluar el efecto supresor del fármaco sobre la actividad reproductiva.

3.2 Grupo 1 tratado.

3.2.1 Conteo espermático

En la Tabla No. 1 se presentan los valores de concentración espermática obtenidos antes del tratamiento (T0) y a los 15 días posteriores a la implantación del anticonceptivo (T1) en los machos de *Didelphis marsupialis* pertenecientes al grupo tratado. Durante la evaluación basal, las concentraciones espermáticas oscilaron entre 20 y 162 millones/mL, evidenciando variabilidad fisiológica interindividual entre los ejemplares evaluados.

Tabla No. 1 Concentración espermática (millones/mL) antes (T0) y después (T1) del tratamiento.

Individuo	T0 (millones/mL)	T1 (millones/mL)
DM-T1	56	48
DM-T2	72	92
DM-T3	64	2
DM-T4	56	0
DM-T5	20	0
DM-T6	50	0
DM-T7	46	0

Individuo	T0 (millones/mL)	T1 (millones/mL)
DM-T1	56	48
DM-T2	72	92
DM-T3	64	2
DM-T4	56	0
DM-T5	20	0
DM-T8	162	0

Nota. T0 corresponde pretratamiento y T1 a a los 15 días de tratamiento.
a la evaluación basal la evaluación realizada posteriores al

3.2.2 Análisis estadístico del conteo espermático

En la Tabla 2 se presentan los valores de concentración espermática obtenidos antes del tratamiento (T0) y a los 15 días posteriores (T1). Se observó una reducción drástica en la carga espermática de la muestra; mientras que en T0 la media fue de 65.8 millones/mL, para el tiempo T1 la media descendió a 17.8 millones/mL. Este efecto es aún más evidente al observar la mediana, la cual cayó de 56.0 millones/mL a 0.00 millones/mL, reflejando que el 75% de los individuos (6 de 8) presentaron una supresión total (azoospermia) a los 15 días post-implantación.

	T0_Esp	T1_Esp
N	8	8
Perdidos	0	0
Media	65.8	17.8
Mediana	56.0	0.00
Desviación típica	41.8	34.3
Mínimo	20.0	0.00
Máximo	162	92.0
W de Shapiro-Wilk	0.763	0.614
Valor p de Shapiro-Wilk	.011	< .001

Tabla No. 2 Resumen de los resultados obtenidos para la concentración espermática registrada en los individuos del grupo tratado.

Debido a que los datos no presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilk: $p = 0.011$ y $p < 0.001$ respectivamente), se procedió a realizar la comparación mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas (tabla 2). Los resultados confirman

que la disminución en la concentración espermática es estadísticamente significativa ($V = 33.5$; $p = 0.035$). Asimismo, el análisis arrojó un tamaño del efecto de 0.861, lo que indica una magnitud de efecto grande y una alta consistencia en la respuesta al tratamiento. Pese a la tendencia general hacia la azoospermia (6 de 8 individuos), se identificó variabilidad interindividual. Un ejemplar (DM-T2) mantuvo valores elevados en T1, lo que influyó en la desviación estándar observada y sugiere diferencias en la velocidad de respuesta biológica al implante de deslorelina en esta especie.

Prueba t para Muestras Pareadas

			Estadístico	p	Tamaño del Efecto
T0_Esp	T1_Esp	W de Wilcoxon	33.5	0.035	Correlación biseriada de rangos
					0.861

Nota. $H_a: \mu_{Medida 1} - Medida 2 \neq 0$

Tabla No. 3 Resultados prueba de Wilcoxon para muestras pareadas para el grupo tratado con deslorelina.

3.2.3 Medidas y volumen testicular

En la Tabla 4 se presentan las medidas testiculares (largo, ancho y alto) de los testículos derecho e izquierdo en los machos de *Didelphis marsupialis*, evaluadas antes (T0) y después del tratamiento (T1). El volumen testicular se estimó utilizando la fórmula para el cálculo de un elipsoide: $Volumen = (largo \times ancho \times alto \times \pi) / 6$

Tabla No 4. Medidas testiculares antes (T0) y después (T1) del tratamiento

Individuo	Testículo	T0 (L × A × H) mm	Volumen T0	T1 (L × A × H) mm	Volumen T1
DM-T1	Derecho	22.8 × 15.0 × 12.9	2.31 cm ³	22.86 × 13.11 × 12.71	2.00 cm ³
DM-T1	Izquierdo	22.7 × 14.0 × 12.7	2.11 cm ³	22.37 × 12.98 × 10.70	1.63 cm ³
DM-T2	Derecho	20.9 × 14.9 × 14.9	2.43 cm ³	16.36 × 13.65 × 11.44	1.34 cm ³
DM-T2	Izquierdo	20.7 × 15.0 × 15.0	2.44 cm ³	15.91 × 15.69 × 12.14	1.59 cm ³
DM-T3	Derecho	15.91 × 14.9 × 15.0	1.86 cm ³	13.62 × 12.69 × 11.25	1.02 cm ³
DM-T3	Izquierdo	16.0 × 15.0 × 14.98	1.88 cm ³	14.63 × 12.78 × 15.74	1.54 cm ³
DM-T4	Derecho	25.0 × 18.18 × 14.51	3.45 cm ³	19.40 × 14.31 × 13.52	1.96 cm ³

DM-T4	Izquierdo	26.0 × 19.0 × 16.00	4.14 cm ³	21.00 × 10.76 × 12.10	1.43 cm ³
DM-T5	Derecho	22.0 × 12.24 × 15.0	2.11 cm ³	14.9 × 11.49 × 11.62	1.04 cm ³
DM-T5	Izquierdo	22.97×11.85×16.21	2.31 cm ³	14.9 × 11.49 × 11.62	1.04 cm ³
DM-T6	Derecho	21.10×13.36 × 16.0	2.36 cm ³	20.14 × 12.53 × 15.82	2.09 cm ³
DM-T6	Izquierdo	22.0×13.56 × 15.79	2.47 cm ³	21.43 × 13.15 × 14.82	2.19 cm ³
DM-T7	Derecho	21.79×15.22 × 13.0	2.26 cm ³	17.00 × 14.70 × 15.52	2.03 cm ³
DM-T7	Izquierdo	22.0×15.75 × 13.23	2.40 cm ³	19.26 × 12.96 × 13.07	1.71 cm ³
DM-T8	Derecho	15.78×12.77×12.74	1.35 cm ³	15.21 × 11.96 × 12.11	1.15 cm ³
DM-T8	Izquierdo	13.92×12.67×12.47	1.15 cm ³	13.00 × 12.32 × 11.92	1.00 cm ³

Nota. *Elaboración propia.*

Con el fin de obtener una representación integral del volumen gonadal por individuo y reducir la variabilidad asociada a la asimetría bilateral fisiológica, se procedió a calcular el Volumen Testicular Total (VTT) mediante la sumatoria de ambos testículos. Este valor consolidado permitió realizar un análisis estadístico más robusto sobre el efecto del fármaco en los testículos. El resumen de los resultados para el VTT se detalla en la Tabla 5.

	Volumen total T0	Volumen total T1
N	8	8
Perdidos	0	0
Media	4.63	4.43
Mediana	4.54	4.31
Desviación estándar	1.43	1.36
Mínimo	2.50	2.16
Máximo	7.59	6.08
W de Shapiro-Wilk	0.869	0.945
Valor p de Shapiro-Wilk	0.148	0.666

Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos para el volumen testicular total (VTT) en individuos del grupo tratado con deslorelina.

Se observó una reducción generalizada en las dimensiones testiculares tras 15 días de tratamiento; la media del volumen total descendió de 4.63 cm³ en T0 a 4.43 cm³ en T1. Asimismo, la mediana mostró un comportamiento descendente, pasando de 4.54 cm³ a 4.31 cm³. Aunque hubo una reducción general de las dimensiones y el volumen

testicular en la mayoría de los ejemplares, afectando a ambos testículos, el documento señala que los cambios fueron de "distinta magnitud entre individuos", y no ofrece una explicación fisiológica específica para que un testículo disminuya más que el otro en casos particulares.

3.3 Grupo 2 control

3.3.1 *Conteo espermático*

En la **Tabla 6** se presenta la concentración espermática (millones/mL) registrada en los individuos del grupo 2 control durante la evaluación basal inicial (T0) y en la evaluación realizada 15 días después (T1), sin aplicación de intervención farmacológica.

Tabla 6. Concentración espermática (millones/mL) antes (T0) y después (T1) del periodo de seguimiento en el grupo control.”

Individuo	T0 (millones/mL)	T1 (millones/mL)
DM-C1	40	50
DM-C2	56	52
DM-C3	46	48
DM-C4	53	51
DM-C5	78	76
DM-C6	34	39
DM-C7	83	76
DM-C8	49	50

Nota. **T0** corresponde a la evaluación basal inicial y **T1** a la evaluación realizada 15 días después, sin intervención farmacológica.

3.3.2 *Análisis estadístico del conteo espermático*

En la Tabla 6 se presenta el resumen de los resultados obtenidos para la concentración espermática registrada en los individuos del grupo control. Estos valores corresponden a la evaluación basal inicial (T0) y a la evaluación de seguimiento

realizada 15 días después (T1), periodos en los cuales los ejemplares no fueron sujetos a ninguna intervención farmacológica.

	T0	T1
N	8	8
Perdidos	0	0
Media	55.9	55.3
Mediana	51.0	50.5
Desviación estándar	16.6	13.4
Mínimo	34	39
Máximo	83	76
W de Shapiro-Wilk	0.893	0.794
Valor p de Shapiro-Wilk	0.250	0.025

Tabla 7. Resumen de los resultados obtenidos para el conteo espermático en individuos del grupo control.

En general, los valores de concentración espermática en el grupo control se mantuvieron relativamente estables entre T0 y T1. La media de concentración espermática se mantuvo prácticamente sin variaciones, situándose en 55.9 millones/mL para T0 y 55.3 millones/mL para T1. Esta constancia se ve reforzada al observar la mediana, la cual presentó un pequeño cambio de 51.0 millones/mL a 50.5 millones/mL. El análisis estadístico mediante la prueba de Wilcoxon (tabla 7) confirmó que no existen diferencias significativas en la concentración espermática entre T0 y T1 ($p = 0.723$), lo que ratifica la estabilidad de la carga espermática en ausencia del fármaco.

Prueba t para Muestras Pareadas

			Estadístico	p	Tamaño del Efecto
T0	T1	W de Wilcoxon	21.0	0.723	Correlación biseriada de rangos
					0.167

Nota. $H_0: \mu \text{ Medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$

Tabla 7. Resultados de la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas para el grupo control.

El propósito de este grupo 2 control fue precisamente confirmar que los cambios significativos en la concentración espermática que se observen en el grupo 1 de tratamiento (aquellos que sí recibieron deslorelina) son directamente atribuibles al fármaco y no a variaciones naturales o a factores externos no relacionados con el tratamiento.

3.3.3 Medidas y volumen testicular

En la **Tabla 8** se presentan las medidas testiculares (largo, ancho y alto) de los testículos derecho e izquierdo en los machos de *Didelphis marsupialis* del grupo control, evaluadas en T0 y T1.

Tabla 8. Medidas testiculares antes (T0) y después (T1) del tratamiento en el grupo control

Individuo	Testículo	T0 (L × A × H) mm	Volumen T0	T1 (L × A × H) mm	Volumen T1
DM-C1	Derecho	17.62 × 14.60 × 12.16	1.63 cm ³	17.60 × 14.61 × 12.24	1.65 cm ³
DM-C1	Izquierdo	15.20 × 14.91 × 11.80	1.39 cm ³	15.68 × 14.98 × 11.70	1.44 cm ³
DM-C2	Derecho	21.63 × 15.70 × 15.09	2.66 cm ³	21.67 × 15.50 × 15.24	2.68 cm ³
DM-C2	Izquierdo	22.90 × 15.82 × 15.13	2.85 cm ³	22.86 × 15.90 × 15.19	2.89 cm ³
DM-C3	Derecho	22.14 × 15.40 × 14.83	2.63 cm ³	22.23 × 15.90 × 14.98	2.77 cm ³
DM-C3	Izquierdo	20.20 × 16.84 × 15.50	2.74 cm ³	20.62 × 16.77 × 15.63	2.83 cm ³
DM-C4	Derecho	24.60 × 16.30 × 15.40	3.21 cm ³	24.53 × 16.39 × 15.48	3.25 cm ³
DM-C4	Izquierdo	25.14 × 17.00 × 15.20	3.38 cm ³	25.30 × 16.68 × 15.41	3.40 cm ³
DM-C5	Derecho	14.04 × 11.97 × 12.09	1.06 cm ³	15.13 × 11.79 × 11.82	1.10 cm ³
DM-C5	Izquierdo	15.63 × 12.19 × 11.82	1.17 cm ³	15.48 × 12.22 × 11.96	1.18 cm ³
DM-C6	Derecho	20.73 × 15.85 × 15.30	2.61 cm ³	20.76 × 15.94 × 15.41	2.67 cm ³
DM-C6	Izquierdo	19.75 × 14.56 × 15.00	2.24 cm ³	19.87 × 14.66 × 14.97	2.28 cm ³
DM-C7	Derecho	13.80 × 12.80 × 11.01	1.01 cm ³	13.50 × 12.77 × 11.12	1.00 cm ³
DM-C7	Izquierdo	14.63 × 12.54 × 11.65	3.95 cm ³	15.00 × 12.65 × 11.70	1.16 cm ³
DM-C8	Derecho	22.30 × 16.13 × 14.98	2.80 cm ³	22.18 × 16.18 × 14.81	2.78 cm ³
DM-C8	Izquierdo	21.13 × 17.60 × 15.41	2.98 cm ³	21.09 × 17.71 × 15.26	2.98 cm ³

Nota. Elaboración propia.

En el grupo control, tanto las medidas testiculares (largo, ancho y alto) como los volúmenes calculados en T0 y T1 se mantuvieron relativamente estables a lo largo del periodo de evaluación de 15 días. Luego de calcular el Volumen Testicular Total (VTT) mediante la sumatoria de ambos testículos, se observó que de acuerdo con la Tabla 9, se observó que la media del VTT fue de 4.79 la evaluación inicial (T0), mientras que

para el día 15 (T1) el valor registrado fue de 2.27 cm³. Asimismo, la mediana mostró un descenso de 5.17 cm³ a 2.555 cm³.

	Volumen total T0	Volumen total T1
N	8	8
Perdidos	0	0
Media	4.79	2.27
Mediana	5.17	2.55
Desviación estándar	1.45	0.893
Mínimo	2.23	1.16
Máximo	6.59	3.40

Tabla 9. Resumen de los resultados obtenidos para el volumen testicular total (VTT) registrado en los individuos del grupo control

No se observaron variaciones relevantes entre las dos mediciones para ninguno de los testículos (derecho o izquierdo). La tabla demuestra que, en ausencia de la administración de deslorelina, el tamaño y volumen de los testículos en los machos de *Didelphis marsupialis* no cambian significativamente en un período de 15 días. Esto es crucial para el estudio, ya que establece una línea base y permite atribuir con mayor certeza cualquier cambio observado en el grupo tratado con deslorelina a la acción del anticonceptivo.

4. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El presente estudio evaluó la eficacia del implante de deslorelina de 4.7 mg como método anticonceptivo en machos adultos de *Didelphis marsupialis*, comparando los parámetros reproductivos de un grupo tratado frente a un grupo control durante un periodo de 15 días. Los resultados obtenidos proporcionan evidencia sólida sobre el impacto de este análogo de GnRH en la fisiología reproductiva de la especie.

4.1 Análisis Comparativo del Grupo de Tratamiento (Grupo 1) y el Grupo Control (Grupo 2)

La comparación de los resultados entre el grupo de tratamiento y el grupo control demostró de manera contundente la eficacia de la deslorelina en la supresión de la función reproductiva de las zarigüeyas macho.

4.1.1 Conteo Espermático

Los resultados obtenidos en el grupo tratado evidenciaron una reducción drástica y estadísticamente significativa en la concentración espermática tras la implantación de deslorelina. La media espermática descendió de 65.8 millones/mL en T0 a 17.8 millones/mL en T1, mientras que la mediana cayó de 56.0 millones/mL a 0.00 millones/mL, reflejando una supresión profunda de la espermatogénesis.

La prueba de Wilcoxon confirmó que esta disminución fue estadísticamente significativa ($V = 33.5$; $p = 0.035$), con un tamaño del efecto grande (0.861), demostrando una respuesta biológica robusta y consistente al tratamiento. La rápida aparición de azoospermia en el 62.5% de los individuos tratados durante un periodo de solo 15 días resalta el potencial de la deslorelina como herramienta anticonceptiva de acción rápida en esta especie.

A pesar de la marcada eficacia general, se observó variabilidad interindividual en la respuesta terapéutica. Mientras la mayoría de los individuos presentó supresión total o severa, el ejemplar DM-T2 mostró un incremento espermático postratamiento, constituyendo una respuesta atípica. Este hallazgo representa evidencia clínica del efecto inicial de estimulación endocrina transitoria o “flare-up”, descrito para agonistas de GnRH, en el cual ocurre una estimulación temporal del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal antes de instaurarse la fase de supresión (Amaral, Briantais, et al., 2023).

La presencia de este fenómeno posee implicaciones operativas importantes en programas de manejo poblacional, ya que la liberación inmediata de individuos implantados podría incrementar temporalmente su éxito reproductivo antes de alcanzar la infertilidad funcional. Esta observación resalta la necesidad de considerar periodos de retención o aislamiento post-implantación para asegurar que los individuos superen completamente la fase inicial de estimulación (Amaral, Briantais, et al., 2023).

Fisiológicamente, estos resultados son coherentes con el mecanismo de acción de la deslorelina como superagonista de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Tras una fase inicial de flare-up, el tratamiento induce una regulación negativa de los receptores hipofisarios de GnRH, suprimiendo progresivamente la liberación de LH y FSH, disminuyendo la producción de testosterona e interrumpiendo la

espermatogénesis (Lucas, 2021).

Por el contrario, el grupo control mantuvo concentraciones espermáticas relativamente estables durante todo el periodo de seguimiento. Las leves fluctuaciones observadas se atribuyen a la variabilidad biológica natural o a pequeñas diferencias inherentes al procedimiento de medición. Estos resultados fortalecen la validez interna del estudio, permitiendo atribuir con mayor certeza los cambios observados en el grupo tratado directamente a la acción farmacológica de la deslorelina.

4.1.2 Volumen Testicular

Además de la supresión espermática, el grupo tratado presentó una reducción generalizada en las dimensiones testiculares tras 15 días de tratamiento. La disminución observada en largo, ancho, alto y volumen testicular constituye evidencia morfométrica complementaria del efecto fisiológico del implante sobre la función reproductiva masculina.

Los análisis evidenciaron un comportamiento descendente tanto en la media como en la mediana del volumen testicular posterior al tratamiento, reflejando una reducción global de la masa gonadal en la mayoría de los individuos evaluados. Aunque la magnitud de estos cambios varió entre ejemplares, la tendencia general confirmó un efecto supresor sobre ambos testículos.

Fisiológicamente, esta reducción es consistente con el mecanismo de acción endocrino de la deslorelina. La disminución de testosterona secundaria a la downregulation de receptores GnRH compromete la integridad estructural del epitelio seminífero, generando desorganización tisular, disminución de la actividad germinal y reducción del volumen testicular (Lucas, 2021).

La reducción testicular constituye así un indicador indirecto de supresión endocrina y reproductiva. Aunque algunos individuos presentaron reducciones de distinta magnitud entre ambos testículos, estas diferencias probablemente reflejan variabilidad biológica individual sin alterar la tendencia global observada.

En contraste, el grupo control mantuvo medidas testiculares y volúmenes relativamente estables durante todo el periodo de evaluación. La ausencia de cambios significativos confirma que, en ausencia de intervención farmacológica, la morfometría

gonadal de *Didelphis marsupialis* permanece estable durante el intervalo evaluado.

Esta estabilidad en el grupo control permite atribuir con mayor certeza los cambios observados en el grupo tratado directamente a la acción de la deslorelina, descartando factores ambientales, estacionales o metodológicos.

4.1.3 Comparación interespecífica y validación biológica específica

Los resultados obtenidos adquieren especial relevancia al compararse con estudios previos realizados en otros marsupiales. Johnston et al. (2008), trabajando con *Didelphis virginiana*, reportaron que la administración de deslorelina de 4.7 mg no logró suprimir la secreción de testosterona ni la función testicular incluso tras 10 semanas de tratamiento, planteando la hipótesis de una posible insensibilidad del género *Didelphis* a la regulación negativa inducida por agonistas de GnRH (Johnston et al., 2008).

Sin embargo, la evidencia obtenida en *Didelphis marsupialis* contradice dicha hipótesis, demostrando una respuesta rápida y robusta a la misma dosis farmacológica. Esta diferencia subraya la importancia de la validación experimental en modelos biológicos específicos y confirma la imposibilidad de extrapolar resultados entre especies, incluso dentro de un mismo género.

De manera similar, en *Trichosurus vulpecula* se ha documentado que la deslorelina puede resultar eficaz en hembras, pero limitada en machos, quienes mantuvieron fertilidad pese a reducciones hormonales séricas (Eymann et al., 2007). En contraste, *D. marsupialis* alcanzó azoospermia en el 62.5% de los casos en solo dos semanas, sugiriendo que el control androgénico de la espermatogénesis en esta especie podría ser más estricto o que la farmacodinámica del implante presenta una mayor eficiencia metabólica.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Eficacia y Seguridad del Uso de Deslorelina en *Didelphis marsupialis*

Eficacia anticonceptiva

El estudio realizado evidenció una alta eficacia de la deslorelina como anticonceptivo en machos adultos de *Didelphis marsupialis*. La administración del implante subcutáneo de 4.7 mg de deslorelina (SUPRELORIN®) provocó una notable

reducción de la espermatogénesis y consiguió la azoospermia completa en el 62,5% de los ejemplares tratados (5 de 8) tras solo 15 días de implantación.

Además, se observó una tendencia general a la disminución del volumen testicular en el grupo tratado, mientras que el grupo control mantuvo parámetros reproductivos estables. Estos resultados confirman el potencial de la deslorelina como herramienta para el control poblacional no letal de esta especie en ambientes urbanos.

5.2 Seguridad y tolerancia

La administración del implante de deslorelina demostró ser un procedimiento mínimamente invasivo y bien tolerado por las zarigüeyas macho, sin que se observaran efectos adversos relevantes en los animales tratados. Esta buena tolerancia respalda la aplicabilidad del método en condiciones de manejo de fauna silvestre, alineándose con los principios de bienestar animal.

5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

Aunque el estudio evaluó los efectos a corto plazo (15 días), es primordial determinar la duración exacta de la infertilidad inducida por deslorelina en *Didelphis marsupialis*. Se recomienda realizar un seguimiento sistemático a largo plazo, a fin de analizar los efectos sobre la fisiología, el comportamiento y el estado general de salud de la especie durante períodos extendidos (por ejemplo, de 6 a 12 meses). Este enfoque permitirá perfeccionar los protocolos de uso y garantizar la sostenibilidad de la intervención.

5.4. Consideraciones técnicas y proyecciones investigativas sobre el uso de deslorelina en *Didelphis marsupialis*

Con base en los resultados obtenidos, este estudio representa una aproximación científica inicial al análisis de la eficacia anticonceptiva de la deslorelina en *Didelphis marsupialis* frente a un contexto de sobreabundancia poblacional. Sin embargo, estos hallazgos deben interpretarse exclusivamente como un aporte investigativo preliminar y no como una recomendación definitiva para la implementación inmediata de programas de control reproductivo en poblaciones silvestres.

Si bien los resultados permiten considerar el potencial del implante como objeto de futuras investigaciones en grupos más amplios de machos y hembras, aún es indispensable desarrollar estudios complementarios que profundicen en múltiples

aspectos biológicos y reproductivos de la especie. Entre estos se incluyen la duración precisa del efecto anticonceptivo, los posibles efectos adversos a corto, mediano y largo plazo, la anatomía y fisiología reproductiva específica de *Didelphis marsupialis*, la caracterización de parámetros seminales completos —incluyendo morfología espermática—, así como la evaluación real de fertilidad y reversibilidad del tratamiento.

De igual manera, será fundamental realizar estudios que incluyan la convivencia controlada de machos tratados con hembras fértiles para corroborar si la reducción o aparente ausencia de espermatozoides se traduce efectivamente en infertilidad funcional, así como establecer un inventario real, actualizado y preciso de la población de zarigüeyas en la ciudad de Cali, con el fin de dimensionar objetivamente la magnitud del fenómeno poblacional.

En este sentido, cualquier proyección hacia protocolos de manejo poblacional requiere una base científica mucho más robusta, sustentada en investigaciones integrales que permitan establecer con precisión la viabilidad, seguridad y alcance de este método en la especie. Por lo tanto, el presente estudio debe entenderse como un punto de partida para futuras líneas de investigación y no como una validación concluyente para su aplicación a gran escala.

5.5 Protocolo de Uso de Deslorelina

Fármaco y presentación: El implante de deslorelina de liberación prolongada, específicamente SUPRELORIN® en dosis de 4.7 mg, constituye la opción seleccionada para la intervención farmacológica. Este implante ha demostrado ser efectivo en la supresión de la función reproductiva, según lo evidenciado en el estudio.

Vía de administración: El implante debe ser colocado por vía subcutánea, lo cual facilita su aplicación en condiciones de campo y minimiza la invasividad en los animales tratados.

Sitio de implantación: Se recomienda realizar la implantación en la región interescapular. Para garantizar la seguridad y efectividad del procedimiento, se debe seguir el protocolo de limpieza y antisepsia descrito en el estudio, minimizando riesgos de infección o complicaciones.

Población objetivo: El protocolo está dirigido a machos adultos de *Didelphis marsupialis* que se encuentren clínicamente sanos y presenten un peso corporal superior a 1 kg. Esta selección asegura que los individuos tratados sean aptos para el procedimiento y que los resultados observados sean representativos.

Consideraciones sobre intervalos de seguimiento: Aunque en el presente estudio la evaluación de los efectos del implante se realizó únicamente durante un periodo de 15 días, antecedentes en otras especies de mamíferos sugieren que la infertilidad temporal inducida por la deslorelina podría extenderse entre 6 y 12 meses. No obstante, debido a la ausencia de estudios específicos en *Didelphis marsupialis*, resulta fundamental desarrollar investigaciones complementarias con seguimientos a mediano y largo plazo que permitan establecer con precisión la duración real del efecto anticonceptivo en esta especie.

5.6 Consideraciones previas para futuras investigaciones en manejo reproductivo poblacional.

Evaluación pre-tratamiento: Antes de cualquier intervención, se debe realizar un examen físico completo para determinar el estado de salud general del animal. Además, se lleva a cabo la determinación del peso corporal y la estimación de la edad, priorizando ejemplares adultos para el tratamiento. Si es viable, se efectúa una medición testicular y se toma una muestra seminal basal, lo que permite monitorear la fertilidad en casos donde se realiza un seguimiento individualizado. Estas evaluaciones previas son esenciales para establecer parámetros de referencia y asegurar la efectividad del protocolo de control poblacional.

En futuros estudios longitudinales o estrategias de monitoreo es fundamental identificar de manera inequívoca a los individuos tratados:

Marcaje permanente: Para asegurar la identificación inequívoca y permanente de los individuos tratados en los programas de control poblacional con deslorelina, se recomienda la utilización de métodos de marcaje permanente.

Microchip: La inserción de un microchip subcutáneo estándar permite la identificación electrónica de cada animal. Este microchip debe ser colocado bajo la piel, generalmente en la región interescapular, y cada uno debe contar con un número único asociado a la ficha clínica individual. De esta manera, se facilita el seguimiento a largo plazo, minimizando errores de identificación y favoreciendo la trazabilidad de los procedimientos realizados sobre cada ejemplar.

5.7 Base de datos regional

Para garantizar un manejo eficiente y sistemático de la población de *Didelphis marsupialis* tratada, se propone la creación de una base de datos centralizada que reúna la información relevante de cada ejemplar intervenido. Este registro debe incluir datos como la fecha de ingreso, la ubicación geográfica de donde proviene el individuo, los datos biométricos obtenidos durante la evaluación clínica, el número de microchip o la identificación asignada, la fecha de implantación del anticonceptivo deslorelina y la fecha de su último monitoreo.

Este sistema permitirá un seguimiento individualizado y facilitará la gestión de la información a largo plazo.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional y por acompañarme en cada etapa de este proceso académico.

Expreso mi gratitud a todos los profesores que hicieron parte de mi aprendizaje y contribuyeron significativamente a mi formación durante este importante trayecto de mi vida.

A mi tutora, la doctora Marta Liliana, por su acompañamiento, orientación y apoyo durante el desarrollo de este proyecto de grado.

Agradezco al doctor Delio Orjuela, por su guía y acompañamiento como tutor y profesional, así como a su equipo de profesionales del hogar de paso, especialmente a Diana Ruiz, Daniela Rincón y María Alejandra Arango por su apoyo constante y por contribuir de manera significativa a mi formación ética y profesional.

Expreso también mi agradecimiento a Virbac por el suministro de los implantes anticonceptivos utilizados en esta investigación, los cuales fueron indispensables para el desarrollo del estudio y sin los cuales no habría sido posible llevarlo a cabo.

Asimismo, agradezco a mi pareja, el médico veterinario Samuel Rincón, por su apoyo constante y por brindarme su ayuda durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, y más importante, agradezco a Dios por permitirme acercarme al cuidado y comprensión de los animales, y a los animales que han sido parte de mi formación académica, de quienes he tenido la oportunidad de aprender y ayudar en lo posible. Sin el apoyo de todas estas personas y la participación de los animales que hicieron parte de este proceso, la realización de este trabajo no habría sido posible.

7. Referencias Bibliográficas

Amaral, J., Briantais, P., Fontaine, C., & Rigaut, D. (2023). Efficacy and safety of 4.7 mg deslorelin acetate implants as a neutering option in male cats: a large-scale multicentre randomised controlled study. *Animals*, 13(3), 379.

Agnew, M., Asa, C., Franklin, A., McDonald, M., & Cowl, V. (2021). *Deslorelin (Suprelorin) use in North American and European zoos and aquariums: Taxonomic scope, dosing, and efficacy*. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 52(2), 233-241.

Alien, J. S., Samuelson, R., & Newberger, A. (1991). *Chaos in a model of forced quasi-geostrophic flow over topography: An application of Melnikov's method*. *Journal of Fluid Mechanics*, 226, 511–547.

Alzate, N., Botero, T., & Correa, D. (2008, octubre). *Título de la ponencia [Ponencia]*. *XIX Congreso Latinoamericano de Ponencias Científicas*, Córdoba, Argentina.

Baker, G. L., & Golub, J. (1990). *Chaotic dynamics: An introduction* (4.^a ed.). Cambridge University Press.

Alarcón Busquet, L. (2020). *Caracterización morfológica del sistema reproductor de especies de la familia Tropidophiidae* [Universidad de La Habana]

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2025). *Zarigüeyas en cascós urbanos: aliadas silenciosas de la biodiversidad en la ciudad*.

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. (2024). *Informes de gestión y registros de ingresos de fauna silvestre al Hogar de Paso de Cali*. Alcaldía de Santiago de Cali.

Driancourt, M. A., & Briggs, J. R. (2020). Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) agonist implants for male dog fertility suppression: a review of mode of action, efficacy, safety, and uses. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 483.

Eymann, J., Herbert, C. A., Cooper, D. W., Renfree, M. B., & Shaw, G. (2007). Effects of deslorelin implants on reproduction in male and female tammar wallabies (*Macropus eugenii*). *Reproduction, Fertility and Development*, 19(8), 1025-1032.

Eslava-Schmalbach, J., & Alzate, A. (2011). *Cómo elaborar la discusión de un artículo científico*. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 25(1), 14–17.

Estrada-Cely, G., & López-Aguado, N. (2024). *Análisis a la implementación de zoocría de zarigüeya (Didelphis marsupialis) en Colombia*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 71(1).

Gouletsou, P. G., Galatos, A. D., & Leontides, L. S. (2008). *Comparison between ultrasonographic and caliper measurements of testicular volume in the dog*. *Animal Reproduction Science*, 105(3–4), 378–388.

Jacobs, J. (1996). *Regulation of life history strategies within individuals in predictable and unpredictable environments* [Tesis de doctorado, University of Washington]. Repositorio Institucional.

Johnston, S. D., Lever, J., Huyser, L., Lindsay, D., & Thompson, D. L. (2008). *The development of a testosterone stimulation test in the Virginia opossum (Didelphis*

virginiana) and its use in evaluating deslorelin contraception. *Reproduction, Fertility and Development*, 20(5), 675-683.

Lewis, P., Ray, B., & Stevens, J. G. (1994). *Modeling time series by using multivariate adaptive regression splines (MARS)*. En A. S. Weigend & N. A. Gershenfeld (Eds.), *Time series prediction: Forecasting the future and understanding the past* (pp. 297– 318). Addison-Wesley.

Lohr, C. A., Mills, H., Robertson, H., & Bencini, R. (2009). *Deslorelin implants control fertility in urban brushtail possums (Trichosurus vulpecula) without negatively influencing their body-condition index*. *Wildlife Research*, 36(4), 324-332.

Lucas, X. (2021). *Usos prácticos de los fármacos en reproducción canina y felina: foco en acetato de deslorelina* (ReproNEWS, núm. 3). Virbac España.

Nogueira, J. C., et al. (1999). *Duration of the cycle of the seminiferous epithelium and quantitative histology of the testis of the South American white-belly opossum (Didelphis albiventris)*. *Reproduction, Fertility and Development*, 11, 321-327.

Osorio León, L. M. (2025). *Evaluación de la eficacia de la deslorelina (implante subcutáneo de 4,7 mg) como anticonceptivo en zarigüeyas macho (Didelphis marsupialis) ingresadas al Hogar de Paso de Fauna Silvestre de Cali, Valle del Cauca, Colombia*. Universidad Santiago de Cali.

Peralta, R. C., de Lourdes Salazar, M., Burnham, X. R., & Guayasamin, S. P. (2024). *Impacto de los parásitos gastrointestinales en la salud animal y pública*. *Revista Mapa*, 8(36).

Ramírez, G. F., & Osorio, J. H. (2014). *Identificación de helmintos en zarigüeyas (Didelphis marsupialis) en el suroccidente colombiano*. *Biosalud*, 13(1), 37-44.

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.

Romagnoli, S., et al. (2020). *Interval between removal of a 4.7 mg deslorelin implant after a 3-, 6-, and 9-month treatment and restoration of testicular function in tomcats*. *Animals*, 10(9), 1559.

U.S. Environmental Protection Agency. (1994). Status of pesticides in registration: An special review (Informe n.º EPA 738-R-94-008).

Villada-Cadavid, T., & Soto-Calderón, I. D. (2020). *Diversidad de mamíferos en un remanente de bosque urbano de la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia)*. Actualidades Biológicas, 42(113), 1–11.