



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS ANESTÉSICOS EN ORQUIECTOMÍA EN  
GATOS (*Felis catus*): MIDAZOLAM-KETAMINA-TRAMADOL Y PROPOFOL CON  
BUPIVACAÍNA INTRATESTICULAR VERSUS BUTORFANOL-KETAMINA-  
DEXMEDETOMIDINA Y PROPOFOL

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Médico Veterinario

AUTOR: KEVIN STEVEN LOJA ILLESCAS

TUTORA: DRA. PRISCILLA SALOME ESPIN VARGAS, Mgtr.

Cuenca - Ecuador

2026

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Kevin Steven Loja Illescas con documento de identificación N° 0106739030 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 23 de febrero del 2026.

Atentamente,



---

Kevin Steven Loja Illescas

0106739030

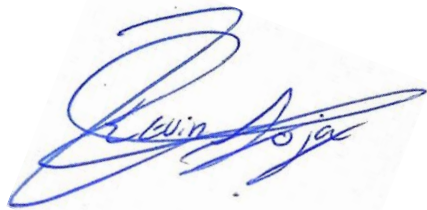
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Kevin Steven Loja Illescas con documento de identificación N° 0106739030, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: “Comparación de dos protocolos anestésicos en orquiectomía en gatos (*Felis catus*): Midazolam-Ketamina-Tramadol y Propofol con bupivacaína intratesticular versus Butorfanol-Ketamina-Dexmedetomidina y Propofol”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médico Veterinario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de febrero del 2026.

Atentamente,



---

Kevin Steven Loja Illescas

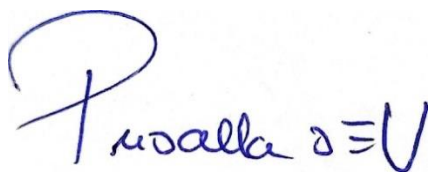
0106739030

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Priscilla Salome Espin Vargas con documento de identificación N° 0920060340, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS ANESTÉSICOS EN ORQUIECTOMÍA EN GATOS (*Felis catus*): MIDAZOLAM-KETAMINA-TRAMADOL Y PROPOFOL CON BUPIVACAÍNA INTRATESTICULAR VERSUS BUTORFANOL-KETAMINA-DEXMEDETOMIDINA Y PROPOFOL , realizado por Kevin Steven Loja Illescas con documento de identificación N° 0106739030, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 23 de febrero del 2026.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Priscilla S. E. V.", is written over a faint, light blue circular stamp. The signature is fluid and cursive.

---

Dra. Priscilla Salome Espin Vargas

0106739030

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado, en primer lugar, a mis padres, Clara Eugenia Illescas Illescas y Pablo Armando Loja Peña, por su amor incondicional, su apoyo constante y su acompañamiento a lo largo de todos estos años. Gracias a ustedes he podido llegar hasta aquí. Todo lo que soy y lo que he logrado es reflejo de su esfuerzo y sacrificio. Los amo profundamente.

A Dios y a la Virgen María, por iluminar mi camino día a día y brindarme fortaleza espiritual en los momentos más difíciles, recordándome siempre que nunca estuve solo.

A mis amigos y familiares, quienes me ofrecieron su apoyo, comprensión y ayuda cuando más lo necesité. Su presencia fue fundamental para culminar este proceso.

Finalmente, dedico este trabajo a Dayanna Brito, quien continúa guiándome y cuidándome en cada paso que doy. Tu apoyo, tus palabras de ánimo y tu luz me dieron fuerzas cuando sentía que no podía continuar. Sé que sigues a mi lado, acompañándome desde el cielo. Te llevaré siempre en mi corazón.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María, por acompañarme incluso en los días de duda, por sostenerme cuando el camino pesó más de la cuenta y por recordarme, una y otra vez, que siempre hubo luz aun en medio del cansancio.

A mis padres, Clara Eugenia Illescas Illescas y Pablo Armando Loja Peña, por ser el origen y el refugio. Por su amor constante, por su paciencia infinita y por enseñarme que los sueños también se construyen con esfuerzo, fe y tiempo. Gracias por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía. Este logro nace de ustedes.

A mis mejores amigos.

A Damián Parra, con quien crecí y aprendí, y con quien he compartido gran parte de mi vida; gracias por tu amistad sincera y por estar siempre. Te quiero, hermano. Daniel Méndez, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Jennifer López, mi compañera más cercana, gracias por recorrer esta carrera a mi lado y por permitirme llamarte familia y colega. Anthony Averos, mi socio y amigo, por tu apoyo constante y por preocuparte por mí incluso en tus propios momentos difíciles. Bárbara Martínez, una de las personas más brillantes que he conocido; estoy seguro de que te espera un gran futuro. Domenica Mendieta, una de las personas más puras que me regaló esta carrera; siempre tendrás un lugar especial en mi corazón. Gabriela Calle, gracias por estar conmigo en los momentos más difíciles; te estaré eternamente agradecido y te llevo siempre en el corazón y a Andrés Beltrán, aunque la distancia nos separe y el tiempo pase, nada cambiará el hecho de que siempre serás mi mejor amigo. Gracias a todos por caminar a mi lado, por no soltarme y por hacer este trayecto más liviano. Su amistad, su apoyo y su confianza fueron parte esencial de este proceso. Cada meta alcanzada también les pertenece.

A Evelyn Reyes, Samantha Uguña, Majo Romero y Domenica Azitimbay, por caminar conmigo estos ciclos académicos; por el apoyo constante y por una amistad que se fue formando paso a paso, entre clases que parecían eternas y pruebas que creíamos imposibles de aprobar. Gracias por cada viaje y cada risa compartida. A ustedes, mis amigos y colegas, gracias por hacer este camino mucho más ligero y divertido

A mis hermanos, Douglas Loja y Boris Loja, por estar siempre, por los consejos oportunos y por recordarme quién soy y de dónde vengo. Gracias por su apoyo silencioso y sincero.

Un agradecimiento muy especial a mi tutora de tesis, Priscilla Salomé Espín Vargas, por su guía, su paciencia y su compromiso durante todo este proceso. Gracias por acompañarme con profesionalismo y dedicación, y por brindarme las herramientas necesarias para culminar este trabajo. Su apoyo fue fundamental para que este proyecto se hiciera realidad.

Y, de manera profundamente especial, a Dayanna Brito, que sigue presente en cada paso. Gracias por la fuerza que aún me das, por las palabras que siguen resonando y por la luz que permanece. Este trabajo también honra tu memoria y todo lo que fuiste para mí.

Gracias totales

## Índice General

RESUMEN .....	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1 Problema .....	18
1.2 Delimitación.....	19
1.2.1 Geográfica.....	19
1.2.2 Temporal .....	20
1.2.3 Académica.....	20
1.3 Explicación del problema .....	21
1.4 OBJETIVOS .....	21
1.4.1 Objetivo general.....	21
1.4.2 Objetivos específicos .....	21
1.5 Hipótesis .....	22
1.5.1 Hipótesis alternativa.....	22
1.5.2 Hipótesis nula.....	22
1.6 Fundamentación teórica .....	22
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL .....	24
2.1 Anestesia.....	24
2.2 Planos de la anestesia.....	24

2.3 Anestésicos generales.....	25
2.3.1 Anestésicos disociativos.....	26
2.3.2 Ketamina .....	26
2.3.3 Agonistas Alfa 2-Adrenérgicos .....	27
2.3.4 Dexmedetomidina .....	27
2.3.5 Benzodiazepinas .....	29
2.3.6 Midazolam .....	29
2.3.7 Analgésicos opioides.....	30
2.3.8 Tramadol .....	32
2.3.9 Butorfanol .....	33
2.3.10 Propofol.....	34
2.3.11 Anestésicos locales.....	35
2.3.12 Bupivacaina.....	36
2.4 Antiinflamatorios .....	37
2.4.1 Meloxicam .....	37
2.5 Orquiectomía en gatos .....	37
2.6 El dolor.....	38
2.7 Manifestaciones del dolor .....	39
2.8 Escalas del dolor en gatos .....	40
2.9 Resumen del estado del arte del estudio del problema .....	40

3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
3.1	Materiales.....	44
3.1.1	Físicos .....	44
3.1.2	Materiales químicos.....	45
3.1.3	Materiales biológicos.....	46
3.2	Diseño .....	46
3.3	Población y muestra.....	47
3.4	Asignación de grupos.....	48
3.5	Análisis estadístico.....	48
3.6	Operación de variables.....	49
3.6.1	Variables dependiente: Respuesta anestésica y analgésica .....	49
3.6.2	Variable independiente: Protocolos anestésicos.....	50
3.7	Procedimiento experimental .....	50
3.7.1	Recepción y evaluación preoperatoria .....	50
3.7.2	Inducción anestésica según grupo.....	50
3.7.3	Fármacos coadyuvantes .....	51
3.7.4	Procedimiento quirúrgico.....	51
3.8	Evaluación postoperatoria.....	52
3.9	Consideraciones éticas .....	52
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54

4.1	Efecto de los protocolos anestésicos sobre los tiempos de inducción .....	55
4.1.1	Discusión de los tiempos de inducción anestésica.....	56
4.2	Comparación de mantenimiento anestésico.....	58
4.2.1	Discusión del mantenimiento anestésico .....	59
4.3	Comparación de medias de frecuencia cardiaca .....	60
4.4	Comparación de la analgesia postoperatoria.....	62
4.4.1	Discusión: Comparación del comportamiento analgésico postoperatorio ....	64
4.5	Comparación del tiempo de recuperación entre dos protocolos anestésicos ....	66
4.5.1	Discusión.....	67
4.6	Comparación de medias frecuencia respiratoria .....	69
4.7	Análisis costo–beneficio clínico y económico.....	70
5.	CONCLUSIONES .....	72
6.	RECOMENDACIONES.....	73
7.	BIBLIOGRAFÍAS .....	74
6.	APÉNDICE / ANEXOS.....	79

## Índice de tablas

Tabla 1. Categorías del estado físico.....	43
Tabla 2. Medición del Grado de Tumefacción Escrotal.....	43
Tabla 3. Materiales Físicos .....	44
Tabla 4. Materiales químicos .....	45
Tabla 5. Materiales biológicos .....	46
Tabla 6. Variables dependientes .....	49
Tabla 7. Variable independiente .....	50
Tabla 8. Comparación de medias del tiempo de inducción anestésica .....	55
Tabla 9. Comparación de medias del mantenimiento anestésico.....	58
Tabla 10. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia .....	60
Tabla 11. Comparación de medias del tiempo de recuperación.....	66
Tabla 12. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia respiratoria .....	69

## Índice de figuras

Figura 1. Ciudad de Cuenca.....	20
Figura 2. Comparación de medias del tiempo de inducción anestésica.....	55
Figura 3. Comparación de medias del tiempo de mantenimiento anestésico entre los protocolos MKT-B y BKD-P .....	58
Figura 4. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia cardíaca .....	60
Figura 5. Comparación de analgesia postoperatoria .....	62
Figura 6. Comparación del tiempo de recuperación .....	66
Figura 7. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia respiratoria .....	69

## Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de datos de la etapa de inducción anestésica .....	80
Anexo 2. Base de datos de la evaluación del dolor.....	81
Anexo 3. Registro de datos del mantenimiento anestésico.....	84
Anexo 4. Pacientes tratados con los diferentes protocolos anestésicos .....	85
Anexo 5. Procedimiento para la preparación y registro de datos .....	86
Anexo 6. Procedimiento anestésico utilizado en el estudio.....	86
Anexo 7. Técnica quirúrgica aplicada.....	87
Anexo 8. Procedimiento de recuperación postquirúrgica .....	87
Anexo 9. Observación clínica postquirúrgica a la hora del procedimiento .....	88
Anexo 10. Evaluación clínica postquirúrgica a las 12 horas .....	88
Anexo 11. Evaluación clínica postquirúrgica a las 24 horas .....	89
Anexo 12. Evaluación de la recuperación de los pacientes durante las horas posteriores al procedimiento .....	89
Anexo 13. Resultados de la prueba t de Student.....	90

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la eficacia comparativa de dos protocolos anestésicos en orquiectomías felinas, con el objetivo específico de analizar un enfoque multimodal dirigido a optimizar el control del dolor posoperatorio y la estabilidad hemodinámica, dicha comparación buscó generar evidencia práctica para el refinamiento del manejo anestésico en esta especie. La investigación se motivó por la preocupación ante los efectos cardiovasculares adversos y los tiempos de recuperación prolongados vinculados al uso de agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos. Para abordar esta cuestión, se diseñó un estudio experimental, analítico y prospectivo que incluyó a 60 gatos machos clínicamente sanos, distribuidos aleatoriamente en dos grupos de tratamiento. Intraoperatoriamente, se monitorizaron variables como la frecuencia cardíaca y respiratoria, la presión arterial media, la saturación de oxígeno y los tiempos anestésicos. En el periodo posoperatorio, el grado de dolor se cuantificó mediante la *Feline Grimace Scale*, al tiempo que se documentaron signos de posible respuesta inflamatoria y cualquier complicación relacionada con el procedimiento. La presentación del trabajo siguió una secuencia lógica: partió de una revisión de antecedentes y fundamentos clínicos, para luego exponer en detalle la metodología experimental, los protocolos anestésicos evaluados y el procedimiento quirúrgico estandarizado. A continuación, se especificaron los métodos de valoración del dolor, las técnicas de análisis estadístico aplicadas a los datos y el enfoque adoptado para la comparación e interpretación crítica de los resultados. Como conclusión principal, los hallazgos del estudio sustentan la utilización de protocolos anestésicos multimodales, al demostrar que estos ofrecen un perfil de seguridad más favorable para los felinos sometidos a orquiectomía.

## ABSTRACT

The present study evaluated the comparative efficacy of two anesthetic protocols in feline orchietomies, with the specific objective of analyzing a multimodal approach aimed at optimizing postoperative pain control and hemodynamic stability; this comparison sought to generate practical evidence for the refinement of anesthetic management in this species. The research was motivated by concerns regarding the adverse cardiovascular effects and prolonged recovery times associated with the use of  $\alpha_2$ -adrenergic agonists. To address this issue, an experimental, analytical, and prospective study was designed, including 60 clinically healthy male cats, randomly distributed into two treatment groups. Intraoperatively, variables such as heart rate and respiratory rate, mean arterial pressure, oxygen saturation, and anesthetic times were monitored. In the postoperative period, the degree of pain was quantified using the Feline Grimace Scale, while signs of possible inflammatory response and any complications related to the procedure were also documented. The presentation of the work followed a logical sequence: it began with a review of background information and clinical foundations, then presented in detail the experimental methodology, the anesthetic protocols evaluated, and the standardized surgical procedure. Subsequently, the methods for pain assessment, the statistical analysis techniques applied to the data, and the approach adopted for the comparison and critical interpretation of the results were specified. As the main conclusion, the study findings support the use of multimodal anesthetic protocols, demonstrating that they offer a more favorable safety profile for felines undergoing orchietomy.

## 1. INTRODUCCIÓN

La orquiectomía felina representa una intervención quirúrgica de alta prevalencia en la práctica clínica veterinaria, reconocida por desencadenar una respuesta nociceptiva combinada que genera dolor significativo. Esta característica la posiciona como un modelo clínico relevante para la valoración comparativa de estrategias analgésicas y anestésicas en medicina veterinaria (Cicirelli, Burgio, Di Bella, Lacalandra, & Aiudi, 2022). La evaluación objetiva del dolor presenta dificultades particulares en gatos debido a su tendencia etológica a enmascarar manifestaciones de malestar y su fisiología farmacológica distintiva, lo cual incrementa la complejidad del manejo del dolor. En este contexto, la implementación de esquemas anestésicos multimodales emerge como un requerimiento fundamental para optimizar el control analgésico perioperatorio.

Dadas estas consideraciones, la literatura científica actual ha identificado a los protocolos anestésicos multimodales como una opción terapéutica con un perfil de seguridad superior. En este contexto, la combinación específica de tramadol, ketamina y midazolam ha demostrado resultados clínicos favorables, entre los que se destacan una reducción significativa en los requerimientos de propofol y una analgesia postoperatoria eficaz (Souza, dos Anjos, Kersul, Martins Filho, & Nunes, 2022). Paralelamente, el tramadol constituye una opción terapéutica ventajosa en cirugía de tejidos blandos debido a su mecanismo de acción multimodal y su bajo perfil de efectos adversos (Brondani, Luna, Beier, Minto, & Padovani, 2009).

Asimismo, los bloqueos intratesticulares con lidocaína han mostrado disminuir el dolor intraoperatorio y la necesidad de analgesia de rescate (Makpunpol, Chanrobru, Thanapaisal, & Kuropakaranan, Comparison of Perioperative Analgesic Efficacy of Lidocaine Intratesticular Block and Spermatic Cord Instillation in Feline Castration, 2025). De igual manera, la

bupivacaina se ha señalado como un anestésico local ideal para procedimientos que generan dolor persistente en la fase posoperatoria inmediata, debido a su prolongada duración de acción.

En la práctica veterinaria contemporánea, la medición del amiloide A sérico (SAA) se considera una herramienta de gran utilidad para la identificación temprana de afectación tisular en felinos. Este biomarcador ofrece una evaluación objetiva de procesos inflamatorios y de nocicepción, dada su elevada sensibilidad (Degenhardt, Dorsch, Hartmann, & Dörfelt, 2023). Estudios actuales sostienen que existe una correlación directa entre el nivel posquirúrgico de SAA y la intensidad del dolor manifiesto, hallazgo que valida su empleo como un parámetro cuantitativo y confiable en la evaluación clínica (Degenhardt et al., 2023).

En conjunto, estos antecedentes reflejan la importancia clínica de mejorar las estrategias anestésicas en felinos sometidos a procedimientos quirúrgicos, especialmente aquellos que generan dolor de moderado a intenso.

### 1.1 Problema

Los protocolos anestésicos convencionales que emplean la combinación de butorfanol, ketamina y dexmedetomidina proporcionan analgesia suficiente, pero presentan complicaciones cardiovasculares documentadas en estudios contemporáneos. Las manifestaciones adversas más frecuentes incluyen bradicardia, hipertensión transitoria y periodos prolongados de recuperación (Imboden, Pownall, Rubin, Spadavecchia, & Schöllhorn, 2023). Estas alteraciones comprometen la homeostasis perioperatoria del paciente y reducen la viabilidad práctica en contextos de alta demanda quirúrgica, como programas de esterilización a gran escala, donde la estabilidad hemodinámica y la pronta recuperación son esenciales para mantener la seguridad y fluidez de los procedimientos.

El impacto clínico de estos eventos adversos trasciende la esfera individual del paciente, afectando operativamente a iniciativas de manejo poblacional, centros formativos veterinarios y consultorios privados. En dichos contextos, la incidencia de reacciones cardiovasculares no deseadas junto con una recuperación anestésica extendida compromete la productividad de las intervenciones, requiriendo simultáneamente mayor dotación de personal especializado y protocolos de supervisión intensiva (Imboden et al., 2023).

La falta de un protocolo anestésico multimodal unificado para las orquiectomías felinas dificulta la garantía de un control del dolor seguro y eficiente en el entorno clínico. Esta problemática justifica la investigación de enfoques que integren anestesia general con analgesia locorreional de efecto sostenido, especialmente la administración intratesticular de bupivacaína, con la finalidad de optimizar la estabilidad cardíaca, reducir la incidencia de complicaciones y acelerar el proceso de recuperación.

En este contexto, el presente estudio se propone como un aporte relevante a la medicina veterinaria, ya que pretende generar evidencia aplicada que resulte útil para médicos veterinarios, programas de esterilización, clínicas y hospitales veterinarios, y especialmente para los pacientes felinos, al proporcionar información comparativa que permita perfeccionar el manejo anestésico en procedimientos quirúrgicos de rutina.

## 1.2 Delimitación

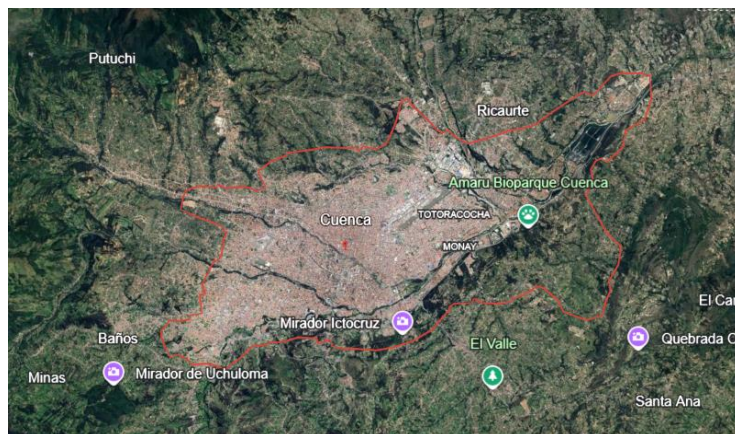
### 1.2.1 Geográfica

El presente trabajo se realizó en 60 unidades experimentales que fueron atendidos en Clínica Veterinaria Polivet ubicada en la ciudad de Cuenca.

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

*Figura 1. Ciudad de Cuenca*



Fuente: (Google Earth, 2025)

### 1.2.2 Temporal

El proceso investigativo tuvo una duración de 400 horas, las cuales fueron estratégicamente distribuidas en el proceso experimental y la redacción del documento final.

### 1.2.3 Académica

Este estudio se centrará en comparar la eficacia de dos protocolos anestésicos empleados en orquiectomías de gatos domésticos, con el fin de analizar su impacto sobre la estabilidad hemodinámica, el control del dolor y la recuperación postoperatoria. La investigación se desarrollará en un entorno clínico real, permitiendo fortalecer y profundizar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Anestesiología, Técnicas Quirúrgicas y Farmacología Veterinaria

### 1.3 Explicación del problema

La implementación de un régimen anestésico subóptimo en orquiectomías felinas puede desencadenar diversas complicaciones intra y postoperatorias. Si los fármacos administrados no aseguran un nivel analgésico adecuado ni mantienen la estabilidad hemodinámica, se induce una respuesta de estrés fisiológico en el animal. Dicha reacción se traduce en alteraciones como bradicardia, hipertensión arterial, desequilibrios cardiovasculares y, posteriormente, en una experiencia dolorosa intensificada y una respuesta inflamatoria exacerbada.

Desde una perspectiva fisiopatológica, se postula que la analgesia insuficiente y la carencia de un enfoque multimodal efectivo constituyen factores determinantes en la intensificación del dolor postquirúrgico y en la prolongación de la recuperación anestésica, de igual forma, la omisión de técnicas coadyuvantes, como los bloqueos locales de larga duración, podría favorecer un mayor dolor, una liberación aumentada de mediadores inflamatorios y una demanda incrementada de medicación de rescate.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo general

Comparar la eficacia de dos protocolos anestésicos en felinos domésticos (*Felis catus*) sometidos a orquiectomía, evaluando su impacto sobre la estabilidad hemodinámica, el control del dolor postoperatorio y la recuperación anestésica, con énfasis en la incorporación de un bloqueo intratesticular con bupivacaína.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar cambios intraoperatorios en frecuencia cardíaca, respiratoria, presión arterial media y saturación de oxígeno.

- Evaluar la eficacia analgésica postoperatoria y el tiempo hasta la primera dosis de rescate.
- Analizar tiempos de inducción, mantenimiento y recuperación, y registrar eventos adversos.
- Evaluar la relación costo–beneficio de los dos protocolos anestésicos, considerando el costo de los fármacos utilizados y los beneficios alcanzados en términos de estabilidad anestésica, calidad analgésica y eficiencia en la recuperación

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis alternativa

El protocolo anestésico Midazolam-Ketamina-Tramadol con mantenimiento de Propofol y bupivacaina intratesticular proporciona mayor estabilidad anestésica, mejor analgesia postoperatoria y menor respuesta inflamatoria sistémica que el protocolo Butorfanol-Ketamina-Dexmedetomidina con Propofol en gatos (*Felis catus*) sometidos a orquiectomía.

### 1.5.2 Hipótesis nula

No existen diferencias significativas en la estabilidad anestésica, la eficacia analgésica postoperatoria ni en la respuesta inflamatoria sistémica entre el protocolo midazolam-ketamina-tramadol con mantenimiento de propofol y bupivacaína intratesticular y el protocolo Butorfanol-ketamina-dexmedetomidina con propofol en gatos (*Felis catus*) sometidos a orquiectomía.

## 1.6 Fundamentación teórica

Con los datos obtenidos en el trabajo experimental fue posible comprender de manera más clara cómo los protocolos anestésicos actualmente utilizados en orquiectomías felinas se relacionaban con la aparición de inestabilidad hemodinámica, dolor postoperatorio y recuperaciones prolongadas. La evaluación clínica permitió identificar que muchos de los

problemas observados en la práctica veterinaria se debían al empleo de esquemas anestésicos que, si bien eran efectivos en cuanto a la inducción y mantenimiento de la anestesia, presentaban limitaciones significativas en términos de seguridad cardiovascular y control analgésico.

El análisis comparativo de los dos protocolos estudiados contribuyó a entender cómo la inclusión de técnicas multimodales y de bloqueos locales podría disminuir estas complicaciones. Al medir parámetros fisiológicos y marcadores objetivos de dolor e inflamación, se obtuvo evidencia que permitió relacionar directamente el tipo de protocolo anestésico utilizado con la respuesta fisiológica del paciente felino durante y después de la intervención quirúrgica.

## 2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1 Anestesia

De acuerdo con (Palencia & Vizcarra, 2019), la anestesia se describe como un estado de inconsciencia inducido mediante la administración de fármacos, el cual se caracteriza por la reducción o ausencia de la sensibilidad y de la respuesta frente a estímulos, ya sean dolorosos o no. Los agentes anestésicos actúan generando una depresión funcional de la corteza cerebral, lo que impide que los estímulos sensoriales sean percibidos o procesados por el organismo.

Desde una perspectiva farmacológica, la anestesia se divide en dos categorías principales según su alcance y mecanismo de acción. La anestesia general actúa sobre el sistema nervioso central, induciendo un estado de inconciencia reversible. Por otro lado, la anestesia local se circunscribe a interrumpir selectivamente la conducción nerviosa en un área corporal determinada, preservando intacta la conciencia del paciente.

Todo procedimiento anestésico conlleva un riesgo potencial de morbilidad y mortalidad; por esta razón, resulta indispensable realizar una evaluación clínica exhaustiva del paciente antes de cualquier intervención, con el fin de disminuir la probabilidad de complicaciones asociadas al acto anestésico.

### 2.2 Planos de la anestesia

Los agentes anestésicos inducen una depresión progresiva del Sistema Nervioso Central (SNC), la cual se clasifica tradicionalmente en cuatro planos o etapas, que pueden ser reconocidas mediante la evaluación de las respuestas neuromusculares y fisiológicas del paciente. Esta clasificación permite una valoración objetiva e individualizada de la profundidad anestésica (Claire Oviedo, 2021).

La primera etapa, denominada de movimiento voluntario, se extiende desde la administración del agente anestésico hasta la pérdida de conciencia.

La segunda etapa, conocida como ase de excitación o movimiento involuntario, abarca desde la pérdida de la conciencia hasta el establecimiento de un patrón respiratorio regular.

La tercera fase de la anestesia general, conocida como plano quirúrgico, se distingue por un estado de inconciencia profunda, atenuación gradual de los reflejos, relajación muscular apropiada y ventilación regular (Claure Oviedo, 2021). Este nivel se subdivide en tres estadios operativos diferenciados por su profundidad, el plano superficial (nivel 1) se extiende hasta la desaparición completa del movimiento ocular. A continuación, el plano moderado (nivel 2) se caracteriza por el inicio de parálisis intercostal, la abolición de los reflejos laríngeos y un grado de analgesia suficiente para procedimientos invasivos. Finalmente, el plano profundo (nivel 3) presenta reducción del volumen respiratorio con un patrón costo-diafragmático, midriasis y notable disminución del reflejo corneal.

### 2.3 Anestésicos generales

Los fármacos anestésicos generales ejercen su acción principal en el Sistema Nervioso Central (SNC), donde inducen de manera controlada y reversible un estado de inconciencia que se acompaña de analgesia, relajación muscular y supresión de la respuesta a estímulos dolorosos, todo ello manteniendo las constantes vitales en rangos fisiológicos seguros. (Sumano López, H, 2006)

Los anestésicos generales se clasifican según la zona anatómica aplicada, en dos grupos:

- Anestésicos inhalatorios: Halotano, Isoflurano, Sevoflurano; Gases anestésicos (óxido nítrico).

- Anestésicos intravenosos: Neurolepticos (Droperidol), Disociativos (Ketamina), Otros (Propofol)

### 2.3.1 Anestésicos disociativos

La anestesia disociativa induce un estado de desconexión funcional de los centros corticales superiores respecto a las estructuras subcorticales, especialmente afectando las conexiones tálamo-corticales y límbicas, lo que resulta en una alteración perceptiva del medio circundante (Cicirelli, Burgio, Di Bella, Lacalandra, & Aiudi, 2022) . Este efecto farmacológico conduce a un estado cataléptico donde el paciente, aunque mantiene reflejos básicos, apertura palpebral y nistagmo, no procesa ni reacciona conscientemente a los estímulos ambientales.

Una característica relevante de los anestésicos disociativos es que no inducen una adecuada relajación muscular ni inhiben por completo los reflejos, lo que puede generar aumento del tono y rigidez durante el procedimiento. Por esta razón, su administración suele complementarse con sedantes o agentes relajantes, con el fin de obtener una anestesia más equilibrada y segura (Allweiler, Local and Regional Analgesic Techniques in Animals, 2023).

### 2.3.2 Ketamina

Como anestésico disociativo, la ketamina actúa primordialmente a través de la inhibición no competitiva de los receptores NMDA del sistema nervioso central, mecanismo que altera la conducción de los estímulos dolorosos y disminuye el estado de vigilia.

Desde el punto de vista farmacocinético, es aplicable tanto por vía intravenosa como intramuscular en diversas especies animales. La administración intravenosa conlleva un período anestésico breve y una fase de recuperación acelerada. El fármaco muestra, además, una elevada

distribución tisular, alcanzando su concentración plasmática máxima minutos tras la administración (Ma, Yan, & Jiang, 2023).

### 2.3.3 Agonistas Alfa 2-Adrenérgicos

Los agonistas alfa 2-adrenérgicos constituyen una clase de fármacos ampliamente utilizados en medicina veterinaria por sus propiedades sedantes, analgésicas y miorrelajantes. Entre los compuestos más empleados se encuentran la xilacina, detomidina, medetomidina y su enantiómero activo, la dexmedetomidina. A concentraciones bajas inducen un efecto tranquilizante, mientras que a dosis mayores generan sedación profunda acompañada de analgesia; sin embargo, su uso puede asociarse a alteraciones en los sistemas cardiovascular, respiratorio y endocrino (Jafarbeglou & Marjani, 2019).

Estos fármacos producen sus efectos al unirse específicamente a los receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos (subtipos A, B, C y D) distribuidos tanto en el sistema nervioso central como periférico. Dicha unión activa una cascada de señalización intracelular dependiente de proteínas G, que conduce a la apertura de canales iónicos de potasio y a la consecuente hiperpolarización de la neurona. A nivel presináptico, inhiben la exocitosis de noradrenalina, generando una depresión global de la actividad del SNC que se traduce clínicamente en sedación, analgesia y miorrelajación (Jafarbeglou & Marjani, 2019)

### 2.3.4 Dexmedetomidina

La dexmedetomidina, reconocida como un agonista altamente selectivo de los receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos, se emplea de forma extendida en la clínica veterinaria como parte integral de protocolos de premedicación y como coadyuvante durante el mantenimiento anestésico. Este fármaco se destaca por inducir efectos de sedación y analgesia, además de presentar una capacidad

significativa para reducir los requerimientos de otros agentes anestésicos, lo que permite disminuir las dosis de inductores intravenosos y de fármacos inhalatorios (Aragones, López, Camberos, & Olvera, 2015).

#### 2.3.4.1 Farmacocinética

Farmacocinéticamente, la dexmedetomidina representa el isómero activo de la medetomidina. Es un compuesto de alta liposolubilidad que experimenta metabolismo hepático predominantemente a través de las reacciones de N-metilación e hidroxilación. El fármaco exhibe una notable distribución en los tejidos y su principal vía de excreción es la renal (Aragones et al., 2015, pp 914-918).

#### 2.3.4.2 Mecanismo de acción

Los agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos producen sus efectos farmacológicos mediante la interacción con receptores  $\alpha_2$ , situados en localizaciones postsinápticas y extrasinápticas; aunque pueden mostrar también un grado de unión a receptores  $\alpha_1$ -adrenérgicos, predominantemente postsinápticos. Estos receptores forman parte de la superfamilia de receptores de membrana acoplados a proteínas G. Su activación inicia una cascada de transducción de señales en el interior celular que conlleva la inhibición del adenilato ciclasa, resultando en una disminución de los niveles intracelulares de AMP cíclico (AMPC) (Chung, Chan, Lee, & Wong, 2024).

La dexmedetomidina se distribuye ampliamente en el organismo, encontrándose en el sistema nervioso central (neuronas y terminaciones simpáticas), así como en los sistemas cardiovascular, respiratorio, renal y digestivo, además del tejido vascular y el sistema noradrenérgico (Xu, Zhang, Wang, Pan, & Ding, 2022). La densidad, distribución y sensibilidad de los receptores  $\alpha_2$  varía entre especies.

Dentro de esta familia de receptores se reconocen los siguientes subtipos:

- $\alpha_2A$ : localizados en el sistema nervioso central, producen sedación, analgesia supraespinal, bradicardia e hipotensión.
- $\alpha_2B$ : situados a nivel periférico, generan vasoconstricción y analgesia general.
- $\alpha_2C$ : participan en la modulación de la analgesia espinal y la termorregulación.
- $\alpha_2D$ : presenta funciones similares a los  $\alpha_2A$ .

### 2.3.5 Benzodiazepinas

Las benzodiazepinas corresponden a una clase de agentes depresores del SNC que, en medicina veterinaria, son valoradas por su actividad sedante, ansiolítica, miorelajante, hipnótica y anticonvulsivante (López, et al., 2015, p 903). Su mecanismo de acción se centra en la formación reticular del tronco encefálico, aunque también ejercen efectos sobre regiones como el hipotálamo y el tálamo, induciendo un estado de tranquilidad y relajación muscular sin deprimir significativamente la actividad del sistema nervioso autónomo.

Dentro de la clínica veterinaria, el midazolam y el diazepam destacan como las benzodiazepinas de uso más frecuente, gracias a su favorable perfil farmacológico y a su utilidad como adyuvantes en procedimientos anestésicos.

### 2.3.6 Midazolam

Perteneciente al grupo de las benzodiazepinas, el midazolam es un compuesto de tipo imidazobenzodiazepínico con duración de acción breve. Se distingue por presentar una cinética de absorción rápida y una notable capacidad de distribución hacia los tejidos, características que sustentan su amplia aplicación en la clínica veterinaria como agente tranquilizante, sedante, ansiolítico, relajante muscular, anticonvulsivante y preanestésico (López et al., 2015, pp 906-908).

### 2.3.6.1 Farmacocinética

La administración intramuscular de midazolam resulta en una absorción veloz y prácticamente total, con una biodisponibilidad que puede superar el 90%. Tras la aplicación intravenosa, el inicio de la sedación ocurre generalmente entre 3 y 5 minutos, intervalo que varía según la dosis y la posible combinación con otros agentes, tales como opioides o anestésicos generales.

Por vía oral, el fármaco sufre un extenso metabolismo hepático de primer paso, lo que condiciona una biodisponibilidad sistémica notablemente reducida (López, et al., 2015, p 904).

### 2.3.6.2 Mecanismo de acción

El midazolam produce su efecto farmacológico potenciando la actividad del ácido gamma-aminobutírico (GABA), principal neurotransmisor inhibitorio del sistema nervioso central. Su acción se basa en la unión específica al sitio de las benzodiazepinas en el receptor GABA-A, lo que incrementa la frecuencia de apertura de los canales iónicos de cloro. Este proceso conduce a la hiperpolarización de la neurona y, en consecuencia, a una depresión de la actividad del SNC (López et al., 2015, pp 904-905).

### 2.3.7 Analgésicos opioides

Los opioides sintéticos representan una clase farmacológica dotada de una potente capacidad para mitigar el dolor, lo que explica su extendida aplicación en el manejo del dolor moderado a severo tanto en la clínica veterinaria como humana. Su desarrollo histórico y farmacológico está vinculado a la morfina, la codeína y otros alcaloides analgésicos del opio, resina derivada de la planta *Papaver somniferum* (Allweiler, Analgesics Used in Animals, 2023).

Por su efecto inhibitor sobre el sistema nervioso central, estos fármacos son denominados también narcóticos (término de raíz griega *narco*, que alude al adormecimiento). Además, se clasifican como agentes psicotrópicos, dado que ejercen su acción sobre receptores especializados en el SNC, influyendo no solo en la vía nociceptiva, sino también en el ámbito afectivo y en las respuestas emocionales a los estímulos dolorosos.

#### 2.3.7.1 Mecanismo de acción

Los receptores opioides forman parte de la familia de receptores transmembrana asociados a proteínas G. Su activación inicia una cascada de eventos bioquímicos inhibitorios dentro de la célula, entre los cuales se incluye la inhibición del adenilato ciclasa. Esto conduce a una disminución en la producción de AMP cíclico y, por tanto, a una reducción de la actividad de la proteína quinasa A (PKA). La menor activación de la PKA limita la fosforilación de los sustratos proteicos dependientes de AMPc, un proceso fundamental para la atenuación de la señalización nociceptiva (Aragones et al., 2015, p 1066).

#### 2.3.7.2 Clasificación y fisiología de los receptores opioides

Los analgésicos opioides ejercen su acción al unirse a receptores específicos denominados  $\mu$  (mu),  $\delta$  (delta),  $\kappa$  (kappa) y  $\sigma$  (sigma), los cuales reproducen los efectos de los péptidos opioides endógenos como las encefalinas, dinorfinas y endorfinas (Aragones et al., 2015, p 1066). La activación de estos receptores, localizados principalmente en el sistema nervioso central, disminuye la conducción de los estímulos nociceptivos, lo que atenúa la percepción del dolor y modula la respuesta emocional asociada.

- Morfina: agonista puro de los receptores  $\mu$ ; genera sedación y analgesia intensa. Los efectos secundarios más importantes son vómito, bradicardia y depresión respiratoria, con un leve cambio en el miocardio.
- Butorfanol: antagonista parcial  $\mu$  y agonista de los receptores  $\kappa$ ; es de 5 a 8 veces más potente que la morfina, sin embargo, tiene un efecto techo analgésico, lo que significa que dosis más altas no aumentan el efecto analgésico.
- Tramadol: es un analgésico de acción doble, que actúa como un agonista parcial  $\mu$  y como un inhibidor de la recaptación de serotonina y noradrenalina.
- Fentanilo: agonista potente de los receptores  $\mu$  y  $\kappa$ , con una potencia cien veces mayor que la morfina.

### 2.3.8 Tramadol

#### 2.3.8.1 Farmacodinamia

El tramadol es un analgésico de efecto central cuya composición química presenta afinidad estructural con la morfina y la codeína, aunque posee un mecanismo de acción más complejo y multifacético. Tanto el compuesto original como su metabolito bioactivo primario, el O-desmetiltramadol (M1), ejercen su función como agonistas de los receptores opioides  $\mu$ . Sin embargo, su potencia analgésica no se limita a esta vía, sino que deriva de la interacción sinérgica entre los sistemas opioide, adrenérgico y serotoninérgico, otorgándole así un carácter farmacodinámico dual (Edinoff, Kaplan, Khan, Petersen, & Sauce, 2021).

El perfil dual del tramadol se fundamenta en la actividad complementaria de sus dos enantiómeros activos. El enantiómero S(+) inhibe la recaptación de serotonina y promueve su liberación al espacio sináptico, lo cual fortalece las vías inhibitorias descendentes que modulan la percepción dolorosa. Por otra parte, el enantiómero R(-) exhibe una mayor afinidad por los

receptores  $\mu$ -opioides, y adicionalmente inhibe la recaptación de noradrenalina, elevando así su disponibilidad sináptica y reforzando los mecanismos de analgesia a nivel espinal (Arakawa, Takano, & Halldin, 2018).

### 2.3.9 Butorfanol

El butorfanol forma parte del grupo de opioides derivados de la estructura fenantrénica, rasgo estructural que comparte con otros fármacos analgésicos de esta clase. Se caracteriza por ser un compuesto cristalino, hidrosoluble y con escasa solubilidad en medios alcohólicos. Es un opioide sintético derivado de la morfina, diseñado específicamente para exhibir un mecanismo agonista-antagonista que confiere un menor riesgo de generar dependencia y depresión respiratoria, en contraste con los opioides de acción exclusivamente agonista (Aragones et al., 2015, p 1078).

#### 2.3.9.1 Acción farmacológica

El butorfanol posee un perfil de acción opioide mixto, caracterizado por su afinidad parcial por los receptores kappa ( $\kappa$ ) y por comportarse como un antagonista o agonista débil de los receptores mu ( $\mu$ ). Este mecanismo dual le confiere una potencia analgésica moderada y un efecto techo característico, donde incrementos posteriores en la dosis no generan una respuesta analgésica proporcionalmente mayor (Aragones et al., 2015, p 1078).

#### 2.3.9.2 Farmacocinética

El butorfanol presenta una absorción eficaz cuando se administra por las vías intravenosa, intramuscular u oral, logrando concentraciones plasmáticas terapéuticas en un breve plazo. Adicionalmente, es parcialmente absorbido a nivel de la mucosa pulmonar y nasal, propiedad que posibilita su empleo en presentaciones de uso intranasal (Aragones et al., 2015, p 1078).

Su biotransformación tiene lugar fundamentalmente en el hígado a través de procesos de conjugación e hidroxilación, con una semivida de eliminación estimada entre 3 y 4 horas. El efecto analgésico inicia aproximadamente a los 10 minutos tras la aplicación intramuscular y alrededor de los 20 minutos por vía subcutánea, alcanzando su máxima intensidad entre los 30 y 60 minutos posteriores (Biológico, 2014)

### 2.3.9.3 Farmacodinamia

El butorfanol es un analgésico de acción central, clasificado como narcótico, que produce sus efectos mediante la unión a receptores opioides  $\mu$  (mu) y  $\kappa$  (kappa), con especial afinidad por estructuras del sistema límbico. Esta interacción farmacológica genera un patrón dual de actividad agonista-antagonista, responsable de su perfil analgésico distintivo (Biológico, 2014).

### 2.3.10 Propofol

El propofol es un agente anestésico general de administración intravenosa, de empleo extendido en la clínica veterinaria para la inducción y el mantenimiento anestésico. Su perfil farmacocinético se caracteriza por un inicio de efecto inmediato, una duración breve y una escasa tendencia a la acumulación sistémica, facilitando así una fase de recuperación anestésica más predecible y menos complicada (Jean-Pierre, 2021). Se administra a través de la vía intravenosa.

#### 2.3.10.1 Mecanismo de acción

El propofol es un anestésico de inicio rápido y efecto breve, similar a otros fármacos intravenosos como el etomidato y el tiopental. Sin embargo, se diferencia por una ventaja clave: su limitado efecto residual, atribuible a su elevada tasa de aclaramiento plasmático, lo cual permite una recuperación posanestésica más expedita (Jean-Pierre, 2021).

### 2.3.10.2 Farmacocinética

El propofol se formula en una emulsión lipídica, lo que condiciona su administración exclusiva por vía intravenosa, dada su escasa absorción por vía digestiva. Después de la inyección, la inducción anestésica se produce con rapidez, habitualmente en un intervalo de 30 a 60 segundos, como consecuencia de su alta lipofilia y de su distribución acelerada hacia el sistema nervioso central (Jean-Pierre, 2021).

### 2.3.11 Anestésicos locales

Los anestésicos locales son sustancias farmacológicas que ejercen su efecto directamente sobre las fibras nerviosas sensitivas y motoras, induciendo una suspensión temporal y reversible de la sensibilidad y una disminución de la función motora en un área determinada. A diferencia de los anestésicos generales, no alteran el estado de conciencia, ya que su acción se circunscribe específicamente a la zona anatómica de aplicación (Aragones et al., 2015, p 966).

Para alcanzar su sitio de acción, el anestésico local debe distribuirse a través de la red vascular, el tejido graso, el tejido conectivo y otras barreras tisulares hasta llegar al tronco nervioso objetivo. Este proceso de distribución justifica el intervalo de latencia observado entre su aplicación y el comienzo del efecto analgésico, así como la supresión progresiva de la función motora (Grimm, Lamont, Tranquilli, Greene, & Robertson, 2015).

Desde la perspectiva química, los anestésicos locales de uso clínico se dividen en dos categorías principales en función del enlace que conecta el núcleo aromático con la cadena alifática intermedia: aminoésteres y aminoamidas (Grimm et al., 2015).

- Se consideran derivados éster: Tetracaína, benzocaína, procaína y cloroprocaína.
- Se consideran derivados amida: Mepivacaína, ropivacaína, bupivacaína y lidocaína.

### 2.3.12 Bupivacaína

La bupivacaína es un anestésico local de elevada potencia y duración prolongada, cuyo efecto clínico se extiende más en el tiempo que el de la lidocaína, si bien su inicio de acción es comparativamente más lento. Su uso está ampliamente extendido en bloqueos nerviosos periféricos, anestesia epidural e intradural, así como en infiltraciones locales, ofreciendo un control analgésico efectivo tanto intraoperatorio como durante el período posquirúrgico (García, 2025).

Su mecanismo de acción se ejerce de forma preferente sobre las fibras nerviosas aferentes de diámetro reducido, implicadas en la conducción de estímulos nociceptivos y térmicos (Shafiei, McAllister, & Lopez, 2023).

Junto con su efecto anestésico primario, la bupivacaína muestra una actividad antiinflamatoria moderada y puede sinergizar su acción analgésica al administrarse conjuntamente con opioides o agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos. Según Campagnol et al. (2012), su administración combinada con fármacos como la dexmedetomidina o la lidocaína posibilita reducir la dosis necesaria y extender la duración de la analgesia, lo que ayuda a minimizar el riesgo de efectos tóxicos sistémicos (Shafiei et al., 2023).

Farmacocinéticamente, la bupivacaína se distingue por una alta afinidad de unión a proteínas plasmáticas (alrededor del 95%), propiedad que contribuye a su acción sostenida. Su biotransformación tiene lugar principalmente en el hígado vía reacciones de N-desalquilación e hidroxilación, mediadas por el sistema enzimático del citocromo P450. (Aragones et al., 2015, p 973)

## 2.4 Antiinflamatorios

### 2.4.1 Meloxicam

El meloxicam es un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) incluido en la clase de las oxicamas, de uso extendido en la clínica veterinaria para el manejo del dolor y la inflamación tanto agudos como crónicos, así como en el tratamiento de la osteoartritis canina y felina. Como señalan (Gunew, Menrath, & Marshall, 2008), este compuesto demuestra una alta efectividad clínica y una tolerabilidad favorable en animales de compañía, características que lo sitúan entre los AINEs de elección por su seguridad y su actividad sostenida.

Su mecanismo de acción consiste en inhibir la enzima ciclooxigenasa (COX), con una selectividad preferente hacia la isoforma COX-2, encargada de producir prostaglandinas relacionadas con la respuesta dolorosa, febril e inflamatoria. Adicionalmente, ejerce un efecto secundario sobre la fosfolipasa A<sub>2</sub>, reduciendo su actividad y, por tanto, la liberación de ácido araquidónico, lo que disminuye la intensidad de la cascada inflamatoria (Gunew et al., 2014).

## 2.5 Orquiectomía en gatos

La castración u orquiectomía es un procedimiento quirúrgico frecuente en la práctica veterinaria que consiste en la remoción total de ambos testículos, lo cual suprime la producción de espermatozoides y reduce de forma significativa la secreción de hormonas sexuales, principalmente la testosterona. Este procedimiento se realiza principalmente como método de control poblacional, pero también aporta beneficios sobre la salud y el comportamiento de los felinos machos (Chimbo, 2025)

En cuanto a las vías de acceso quirúrgico, la técnica escrotal es la más utilizada y recomendada en gatos, debido a que los testículos permanecen firmemente alojados en el escroto

tras alcanzar la madurez sexual. Por otro lado, el abordaje preescrotal requiere desplazar el testículo hacia craneal para realizar la incisión; sin embargo, se asocia a un mayor riesgo de complicaciones posoperatorias, como hematomas e inflamación, en comparación con el abordaje escrotal.

Ambas técnicas son empleadas en medicina veterinaria para la prevención de enfermedades prostáticas, neoplasias testiculares y trastornos conductuales asociados a la agresividad y la territorialidad. Se recomienda realizar la orquitectomía en gatos machos a partir de los cinco meses de edad (Shivley, Woodruff, Shealy, Bushby, & Brookshire, 2022).

## 2.6 El dolor

La evidencia neuroanatómica y neurofisiológica actual confirma que los animales poseen una capacidad para percibir el dolor equivalente a la de los seres humanos, dado que comparten mecanismos similares de transducción y transmisión de estímulos nociceptivos. En consecuencia, la falta de comunicación verbal no debe interpretarse como ausencia de experiencia dolorosa (Theresa Welch Fossum, 2018, pp 140-141).

El dolor constituye una vivencia compleja, subjetiva y multidimensional que suele adquirir conciencia. Surge a partir de una lesión real o potencial que provoca una respuesta sensorial adversa y desagradable, donde convergen aspectos emocionales, cognitivos, genéticos y de memoria. Esta integración desencadena respuestas vegetativas y motoras características de cada especie (Theresa Welch Fossum, 2018, pp 143-145).

La nocicepción guarda una estrecha relación con el dolor, ya que se refiere a la capacidad del organismo para detectar, transducir y conducir estímulos potencialmente nocivos a través de

una red neuronal especializada. El proceso se inicia cuando los nociceptores captan el estímulo, activando así las fases de transducción, conducción, modulación y percepción de la señal dolorosa.

## 2.7 Manifestaciones del dolor

La expresión del dolor en los animales está influenciada por diversos factores intrínsecos y extrínsecos, como la especie, la raza, el sexo, la edad, el entorno, el manejo recibido y antecedentes álgicos previos. Dado que los animales carecen de comunicación verbal, la identificación temprana del dolor resulta compleja y frecuentemente requiere la observación de indicadores clínicos y la aplicación de herramientas estandarizadas de valoración. Esta limitación obstaculiza tanto su pronta detección como la adecuada clasificación de su intensidad y naturaleza (Nejamkin, 2014).

Las manifestaciones conductuales pueden variar desde cambios sutiles hasta alteraciones evidentes, que oscilan entre una actitud retraída y respuestas agresivas. Entre las alteraciones más frecuentes se encuentran la deambulación en círculos, intentos de fuga, conductas autoinfligidas, movimientos anormales como tics o temblores, y contracturas musculares prolongadas que, en situaciones graves, pueden desencadenar un shock neurogénico.

Asimismo, los animales que padecen dolor intenso, ya sea agudo o crónico, pueden presentar anorexia transitoria mientras dure el estímulo nocivo, atribuible en parte a la reducción de la motilidad gastrointestinal. Después de intervenciones quirúrgicas, el dolor puede provocar vómitos, principalmente asociados a los efectos residuales de la anestesia y a la retención de contenido gástrico por un enlentecimiento del tránsito intestinal. (Nejamkin, 2014)

## 2.8 Escalas del dolor en gatos

La valoración del dolor en todas las especies se lleva a cabo mediante escalas, instrumentos generalmente validados a nivel internacional que funcionan como sistemas de calificación. Estas herramientas asignan un puntaje numérico que ayuda al clínico a determinar la necesidad de administrar analgesia de rescate.

En la actualidad, se pueden encontrar escalas unidimensionales y multidimensionales. Estas últimas son más completas porque necesitan la interacción con el paciente. Entre ellas, podemos destacar las dos de mayor fama hoy en día: A pesar de ser más completas, la *Escala de Evaluación del Dolor Felino Multidimensional de UNESP-Botucatu - forma corta (UFEPS-SF)* y la *Escala de Dolor de Medida Compuesta de Glasgow-Feline (CMPS-Feline)* presentan un inconveniente cuando se trata de gatos salvajes no socializados, puesto que interactuar con ellos es más difícil.

Los gatos muestran expresiones faciales particulares relacionadas con el dolor, como sucede con otros mamíferos. La *Feline Grimace Scale*© es un instrumento creado para evaluar el dolor en esta especie, y se desarrolló a partir de este análisis. A pesar de que esta escala no incluye la interacción directa con el animal, ha mostrado ser muy fiable y válida. Asimismo, proporciona una evaluación rápida y práctica que facilita detectar diferentes grados de dolor eficazmente. (Beatriz P. Monteiro, 2022)

## 2.9 Resumen del estado del arte del estudio del problema

La investigación científica relacionada con la anestesia en felinos ha avanzado de manera considerable en los últimos años, especialmente en lo referente a la optimización del control del dolor y la estabilidad hemodinámica durante procedimientos como la orquiectomía. Un hito

importante lo constituye el trabajo de (Evangelista, Watanabe, Leung, Monteiro, & O'Toole, 2019), quienes diseñaron y validaron la *Feline Grimace Scale*. Este estudio aportó un soporte teórico esencial al demostrar que ciertos cambios faciales pueden ser utilizados como indicadores confiables de dolor, y además brindó un método estandarizado que hoy se considera fundamental para mediciones comparativas en estudios clínicos y experimentales.

En el campo de la analgesia locoregionales, (Makpunpol, y otros, Comparison of Perioperative Analgesic Efficacy of Lidocaine Intratesticular Block and Spermatic Cord Instillation in Feline Castration, 2025) evaluaron la eficacia del bloqueo intratesticular en gatos sometidos a castración. Su investigación mostró que la administración local de anestésicos reduce la respuesta nociceptiva y mejora el bienestar postoperatorio, aportando evidencia empírica que justifica combinar anestesia general con técnicas locales en protocolos multimodales. Investigaciones posteriores han explorado alternativas como lidocaína y bupivacaína, ampliando el respaldo metodológico para su uso rutinario en castraciones felinas.

Otros estudios se han centrado en el comportamiento farmacológico de los agentes anestésicos. (Souza, dos Anjos, Kersul, Martins Filho, & Nunes, 2022) evaluaron el efecto combinado de tramadol y dexmedetomidina en protocolos con midazolam y ketamina, observando una disminución del requerimiento de propofol y parámetros fisiológicos más estables. Por su parte, Imboden et al. (2023) profundizaron en los efectos cardiovasculares asociados a los agonistas  $\alpha_2$ , evidenciando la necesidad de buscar alternativas que mantengan su eficacia sedante, pero con menor impacto hemodinámico. Ambas contribuciones fortalecen la base teórica para desarrollar esquemas multimodales más seguros.

Paralelamente, la incorporación de biomarcadores ha permitido obtener información más objetiva sobre la respuesta inflamatoria. (Degenhardt et al., 2023) destacaron el valor del Amiloide

A sérico como indicador temprano de inflamación en felinos, lo que abre nuevas posibilidades metodológicas para relacionar el tipo de protocolo anestésico con el grado de inflamación posoperatoria.

Finalmente, estudios aplicados en contextos clínicos reales, como el trabajo de (Elmor & De los Santos, 2024) en la UNPHU, han comparado diferentes protocolos utilizados en jornadas de castración a bajo costo. Estas investigaciones aportan referencias empíricas relevantes para establecer parámetros de monitoreo, escalas de dolor, tiempos anestésicos y criterios de evaluación en poblaciones felinas bajo condiciones similares a las del presente estudio.

En conjunto, la literatura disponible señala una tendencia clara: el uso de protocolos anestésicos multimodales, apoyados en técnicas locoregionales, adyuvantes analgésicos, escalas validadas y biomarcadores, representa una estrategia respaldada teórica y empíricamente para mejorar la seguridad y el bienestar de los gatos sometidos a orquiectomía.

*Tabla 1. Categorías del estado físico*

Categoría	Estado físico
ASA I	Paciente totalmente sano
ASA II	Paciente con enfermedad sistémica leve que no limita la funcionalidad de ningún órgano, y va a ser sometido a una cirugía rutinaria que no añade riesgos a la anestesia.
ASA III	Enfermedad sistémica moderada que incrementa el riesgo anestésico y complica el protocolo anestésico y los cuidados postoperatorios a seguir. También incluye a los pacientes geriátricos (>7 años) a pesar de que su estado de salud sea bueno.
ASA IV	Enfermedad sistémica grave que pone en peligro la vida del animal y afecta a la seguridad y realización de la técnica anestésica.
ASA V	Paciente moribundo que no va a sobrevivir más de 24 horas con o sin cirugía.

Fuente: (Valle, 2025)

*Tabla 2. Medición del Grado de Tumefacción Escrotal.*

Grado de tumefacción escrotal				
Grupo	#	Escala de 0–3 (post quirúrgico inmediato)	Descripción	1 hora después

Fuente: (Luisa Martínez Cobo, 2022)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Físicos

*Tabla 3. Materiales Físicos*

Descripción	Unidad	Cantidad
Gasas estériles	Paquete	40
Cordones de sujeción	Unidad	5
Rollo de Campo	Unidad	1
Cubre bocas	Caja	1
Equipo de venoclisis	Unidad	60
Mesa de cirugía	Unidad	1
Catéteres N° 24	Caja	80
Mesa de mayo	Unidad	1
Guantes quirúrgicos	Caja	2
Máquina rasuradora	Unidad	1
Bisturí	Caja	60
Sutura PDX 3-0	Unidad	3
Filipina	Unidad	1
Gasas texpol	Paquete	40
Torunda de algodón	Paquete	1
Hojas de papel bond	Paquete	1
Estetoscopio	Unidad	1

Esparadrapo	Unidad	1
Esfero	Unidad	4
Hoja de autorización	Unidad	60
Balanza	Unidad	1
Kit de castración	Unidad	1
Bata quirúrgica	Unidad	60
Zapatones	Paquete	1
Jeringas 1ml	Caja	1
Jeringas 3ml	Caja	1

### 3.1.2 Materiales químicos

*Tabla 4. Materiales químicos*

Descripción	Unidad	Cantidad
Lactato de Ringer	Bolsa	10
Ketamina	Frasco	1
Midazolam	Frasco	1
Tramadol	Frasco	1
Bupivacaína	Frasco	2
Propofol	Frasco	2
Dexmedetomidina	Frasco	1
Butorfanol	Frasco	1
Atropina	Frasco	4
Adrenalina ampolla 1 ml	Unidad	4

Yohimbina	Frasco	1
Doxapram	Frasco	1
Flumazenil	Frasco	1
Clorhexidina al 2%	Litro	1
Alcohol	Litro	1

### 3.1.3 Materiales biológicos

*Tabla 5. Materiales biológicos*

Descripción	Cantidad
Felinos	60
Estudiantes	4
Tesistas	2

### 3.2 Diseño

El presente estudio utilizó un diseño experimental cuantitativo, en el cual se manipuló directamente la variable independiente para evaluar su efecto sobre las variables fisiológicas, analgésicas y de recuperación en felinos sometidos a orquiectomía.

El diseño garantizó un adecuado grado de control interno mediante la asignación aleatoria de los individuos a los grupos experimentales, el uso de procedimientos estandarizados y el registro uniforme de los parámetros evaluados, contribuyendo así a la validez interna del estudio.

El trabajo se realizó en 60 unidades experimentales (felinos machos) atendidos en la Clínica Veterinaria Polivet, ubicada en la ciudad de Cuenca, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

Este diseño garantiza un adecuado control interno, dado que:

- Los grupos fueron paralelos y comparativos.
- Los procedimientos quirúrgicos, el equipo, el personal y las condiciones de monitoreo son estandarizados para todos los participantes.
- La asignación aleatoria de cada gato minimizo sesgos y aumentó la validez interna del estudio.
- Las mediciones fisiológicas se registraron con equipos calibrados y bajo la misma metodología.

### 3.3 Población y muestra

La población estuvo conformada por felinos domésticos machos (*Felis catus*) atendidos en el servicio quirúrgico. La muestra se estableció mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo 60 gatos clínicamente sanos, con edades entre 5 meses y 5 años.

Los criterios de inclusión fueron:

- Machos enteros candidatos a orquiectomía electiva.
- Estado físico ASA I.
- Examen clínico preanestésico normal.
- Peso adecuado para el procedimiento.
- Firma del consentimiento informado por parte del propietario.

Criterios de exclusión:

- Enfermedades sistémicas diagnosticadas o sospecha de estas.
- Alteraciones en hígado, riñón o sistema cardiovascular.
- Presencia de tumefacción, herida o anomalías en el escroto o testículos.

- Hipersensibilidad conocida a alguno de los fármacos utilizados.
- Negativa del propietario a participar.

### 3.4 Asignación de grupos

Los 60 gatos se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos (n = 30 cada uno):

#### Grupo MKT-B (experimental)

- Premedicación: Tramadol + Meloxicam.
- Inducción: Midazolam + Ketamina IM.
- Mantenimiento: Propofol IV.
- Bloqueo local: Bupivacaína 0,5% intratesticular.

#### Grupo BKD-P (control)

- Premedicación/inducción: Butorfanol + Ketamina + Dexmedetomidina IM.
- Mantenimiento: Propofol IV.
- Analgesia postquirúrgica: Meloxicam SC.

### 3.5 Análisis estadístico

Para el presente trabajo se aplicó un análisis estadístico basado en un Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cual las 60 unidades experimentales fueron asignadas aleatoriamente a los dos tratamientos anestésicos evaluados.

El análisis incluyó la organización y procesamiento de los datos obtenidos, permitiendo describir y comparar el comportamiento de las variables fisiológicas y clínicas registradas durante el estudio.

### 3.6 Operación de variables

#### 3.6.1 Variables dependiente: Respuesta anestésica y analgésica

*Tabla 6. Variables dependientes*

Categorías	Concepto	Indicador	Índice
Protocolos anestésicos utilizados en gatos machos ( <i>Felis catus</i> )	Químico	Peso Dosis	Numérico
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento del estudio	Juvenil: 7 meses a 1 año Adulto joven: 1-4 años	Porcentaje
Raza		Raza pura Raza mestiza	Porcentaje
Sexo	Biológico Diferencia física y constitutiva	Hembra Macho	Porcentaje

### 3.6.2 Variable independiente: Protocolos anestésicos

*Tabla 7. Variable independiente*

Concepto	Categorías	Indicador	Variable
Protocolo anestésico aplicado para orquiectomía en felinos	Químico	Protocolo de fármacos administrados a cada grupo	Cuantitativa

### 3.7 Procedimiento experimental

#### 3.7.1 Recepción y evaluación preoperatoria

A cada paciente se le registraron los siguientes parámetros:

- Frecuencia cardíaca y respiratoria
- Temperatura
- Tiempo de llenado capilar
- Condición corporal

Tras verificar el estado clínico adecuado y obtener el consentimiento informado, se colocó una vía IV periférica y se inició fluidoterapia con lactato de Ringer.

#### 3.7.2 Inducción anestésica según grupo

##### Grupo MKT-B

- Tramadol 2 mg/kg IM
- Midazolam 0.2 mg/kg IM

- Ketamina 5 mg/kg IM
- Propofol 1% a efecto (2–4 mg/kg IV)
- Bupivacaína 1 mg/kg intratesticular (dividido en ambos testículos)

#### Grupo BKD-P

- Butorfanol 0.4 mg/kg IM
- Ketamina 3 mg/kg IM
- Dexmedetomidina 0.025 mg/kg IM
- Propofol 1% IV a efecto
- Sin bloqueo local

#### 3.7.3 Fármacos coadyuvantes

- Meloxicam 0.2 mg/kg

(MKT-B previo a cirugía; BKD-P posterior a cirugía)

#### 3.7.4 Procedimiento quirúrgico

Todos los pacientes fueron sometidos a orquiectomía por abordaje escrotal medial.

Se siguió el mismo protocolo de:

- Asepsia con clorhexidina al 2% y alcohol
- Exposición testicular
- Ligadura fisiológica del cordón espermático
- Sección del tejido
- Reposición del muñón
- Cierre con cianocrilato o PDX 3-0 según asignación de técnica

### 3.8 Evaluación postoperatoria

Se valoraron parámetros a las 6, 12 y 24 horas:

- Frecuencia cardíaca y respiratoria
- Presión arterial media
- Temperatura
- Saturación de oxígeno
- Duración de recuperación
- Complicaciones

El dolor se evaluó mediante la *Feline Grimace Scale (FGS)* en las mismas horas. Cuando el puntaje superó el umbral, se aplicó analgesia de rescate.

También se registró la tumefacción escrotal mediante escala estandarizada (0–3).

### 3.9 Consideraciones éticas

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas con el bienestar animal dentro de la ciudad de Cuenca, garantizando en todo momento el respeto a la integridad física y fisiológica de los animales involucrados.

La regulación municipal establece que el manejo, cuidado y atención médica de los animales debe realizarse evitando cualquier forma de maltrato, dolor, sufrimiento o estrés innecesario. Estas disposiciones se encuentran contempladas dentro de la Ordenanza Municipal del Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca, y son parte de los lineamientos generales

promovidos por la Unidad de Gestión Animal (UGA), entidad responsable del diseño e implementación de políticas y protocolos orientados a la protección y al trato adecuado de los animales durante actividades médicas, reproductivas, de transporte o con fines económicos (Cuenca, 2016)

Adicionalmente, la investigación se fundamentó en los principios éticos del bienestar animal y en criterios ampliamente aceptados en la práctica veterinaria, priorizando la minimización del estrés, la prevención del dolor y la aplicación de procedimientos clínicos responsables, con el fin de salvaguardar la salud y el bienestar de los animales durante todo el desarrollo del estudio.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo recopila los resultados más relevantes obtenidos a partir de la comparación de dos protocolos anestésicos aplicados en felinos domésticos (*Felis catus*) sometidos a orquiectomía. El primer protocolo correspondió a la combinación de Midazolam, Ketamina y Tramadol, con administración de Meloxicam, mantenimiento anestésico con Propofol y bloqueo intratesticular con bupivacaína (Grupo MKT-B). El segundo protocolo consistió en la administración de Butorfanol, Ketamina y Dexmedetomidina, con mantenimiento anestésico mediante Propofol (Grupo BKD-P).

Cada grupo estuvo conformado por 30 gatos machos clínicamente sanos, clasificados como ASA I, asignados de manera aleatoria y evaluados bajo condiciones clínicas y quirúrgicas estandarizadas. Los resultados se presentan en función de los tiempos anestésicos, la recuperación postoperatoria, los parámetros fisiológicos y la evaluación del dolor, de acuerdo con el análisis estadístico realizado.

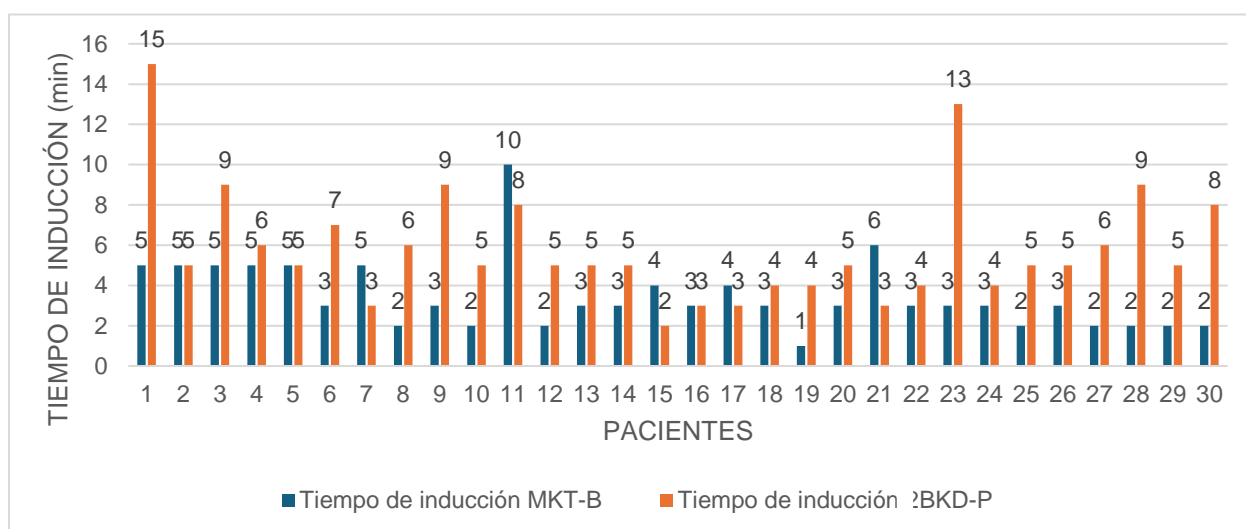
En la Tabla 8 se presentan los resultados de la comparación de medias de los tiempos de recuperación obtenidos en los dos protocolos anestésicos evaluados. Se analizaron los tiempos transcurridos desde la finalización del procedimiento quirúrgico hasta la recuperación anestésica completa, con el fin de determinar diferencias entre el grupo MKT-B y el grupo BKD-P

## 4.1 Efecto de los protocolos anestésicos sobre los tiempos de inducción

Tabla 8. Comparación de medias del tiempo de inducción anestésica

Tiempo de inducción (min)	(Grupo MKT- B)	(Grupo BKD- P).	DCA
	Media $\pm$ SD	n	Media $\pm$ SD
Inducción anestésica	3,46 $\pm$ 0,44	30	5,87 $\pm$ 0,74
			p
			<0,05

Figura 2. Comparación de medias del tiempo de inducción anestésica



Fuente: Autoría propia

Los resultados presentados en la Tabla 8 y la Figura 1 corresponden a los promedios de los tiempos de inducción anestésica, medidos desde la administración de los fármacos hasta la obtención de un plano anestésico adecuado para el inicio del procedimiento quirúrgico, en los dos protocolos evaluados. El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA), en el cual los animales fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los protocolos anestésicos

considerados como tratamientos, y el análisis estadístico de los tiempos de inducción se realizó mediante la comparación de medias utilizando la prueba t de Student, con un nivel de significancia del 5% ( $p < 0,05$ ).

El protocolo MKT-B presentó un tiempo promedio de inducción de 3,47 minutos, mientras que el protocolo BKD-P mostró un promedio de 5,87 minutos. De manera general, se observó que el protocolo MKT-B permitió alcanzar un plano anestésico adecuado en un menor tiempo en comparación con el protocolo BKD-P. El análisis mediante la prueba t de Student evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos evaluados, ya que el valor de t calculado (4,09) fue superior a los valores críticos tabulados tanto al 5% (2,045) como al 1% (2,756) de significancia, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, indicando que los tiempos de inducción difieren significativamente entre ambos protocolos. En consecuencia, el protocolo MKT-B, al presentar un menor tiempo promedio de inducción, demostró ser más eficiente para alcanzar un plano anestésico adecuado en comparación con el protocolo BKD-P.

#### 4.1.1 Discusión de los tiempos de inducción anestésica

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que el protocolo MKT-B presentó un menor tiempo promedio de inducción anestésica en comparación con el protocolo BKD-P. Este hallazgo sugiere que la combinación farmacológica empleada en el protocolo MKT-B favorece una inducción más rápida hacia un plano anestésico adecuado para el inicio del procedimiento quirúrgico.

Desde el punto de vista farmacológico, este comportamiento puede explicarse por la inclusión de midazolam dentro del protocolo MKT-B. Las benzodiazepinas actúan potenciando la

acción del ácido gamma-aminobutírico (GABA) a nivel del sistema nervioso central, produciendo efectos sedantes, ansiolíticos y miorrelajantes que facilitan la inducción anestésica cuando se combinan con agentes disociativos como la ketamina. En contraste con la investigación de Hellyer, Freeman, & Hubbell (1991), quienes compararon la *Induction of Anesthesia with Diazepam-Ketamine and Midazolam-Ketamine in Greyhounds*, y encontraron que el tiempo hasta la intubación fue significativamente menor en el grupo midazolam–ketamina, lo que sugiere diferencias en la rapidez de inducción según el agente coinductor utilizado. Este hallazgo respalda, en parte, los resultados del presente estudio, donde el protocolo MKT-B que incluyó midazolam presentó un menor tiempo promedio de inducción anestésica en felinos en comparación con el protocolo BKD-P, que se basó en dexmedetomidina como agente sedante principal.

En contraste con la explicación farmacológica de la dexmedetomidina descrita por Bartel (2021), en una revisión técnica titulada: *Dexmedetomidine in Detail*, donde se describe que este agonista  $\alpha_2$ -adrenérgico produce una sedación profunda y un efecto analgésico significativo, pero cuyo inicio de acción puede ser más gradual y dependiente de factores como la vía de administración y la dosis aplicada, los resultados de este estudio muestran una mayor variabilidad en los tiempos de inducción anestésica asociados al protocolo BKD-P. Según esta revisión técnica, la dexmedetomidina ejerce su efecto sedante a través de la activación de los receptores  $\alpha_2$  en el sistema nervioso central, lo que reduce la liberación de noradrenalina y, por ende, disminuye la excitación neuronal de manera progresiva. Esta característica farmacodinámica puede explicar, en parte, por qué el primer plano anestésico se alcanzó de forma más lenta o con mayor dispersión temporal en comparación con el protocolo MKT-B, que incluyó midazolam, una benzodiazepina con inicio de acción más rápido y efectos ansiolíticos y miorrelajantes claramente establecidos.

En conjunto, estos estudios apoyan la idea de que las diferencias farmacodinámicas entre las combinaciones de fármacos utilizadas pueden explicar las variaciones observadas en los tiempos de inducción. Mientras que el estudio de Hellyer et al., (1991) se centra en diferencias entre benzodiazepinas coadministradas con ketamina, los resultados de este trabajo sugieren que, en felinos, la combinación que involucra midazolam puede favorecer una inducción más rápida.

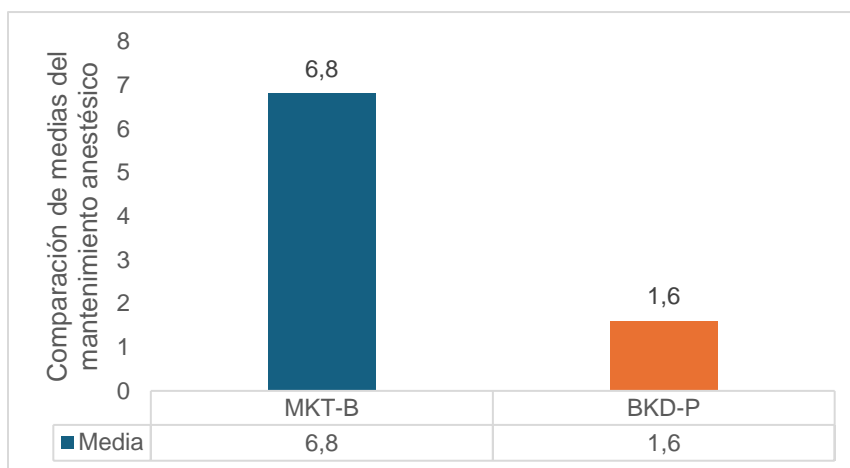
#### 4.2 Comparación de mantenimiento anestésico

*Tabla 9. Comparación de medias del mantenimiento anestésico*

Variable	(Grupo MKT-B)		(Grupo BKD-P)		
	Media $\pm$ SD	n	Media $\pm$ SD	n	p
Tiempo de mantenimiento anestésico (min)	6,87 $\pm$ 0,55	30	1,63 $\pm$ 0,95	30	<0,05

*Figura 3. Comparación de medias del tiempo de mantenimiento anestésico entre los protocolos*

#### *MKT-B y BKD-P*



Fuente: Autoría propia

Los resultados obtenidos en la Tabla 9 y la Figura 2 evidencian que el protocolo MKT-B presentó un mayor tiempo promedio de mantenimiento anestésico en comparación con el protocolo BKD-P, diferencia que fue estadísticamente significativa según la prueba t de Student.

Esta diferencia puede explicarse por la composición farmacológica de cada protocolo. El protocolo BKD-P incluye dexmedetomidina, fármaco agonista  $\alpha 2$ -adrenérgico que proporciona sedación y analgesia, además de un efecto ahorrador de agentes anestésicos como el propofol. Este efecto permite mantener un plano anestésico adecuado con menores requerimientos de anestésicos hipnóticos durante el procedimiento quirúrgico.

En contraste, el protocolo MKT-B, al no incluir dexmedetomidina, requiere una mayor administración de propofol para sostener el plano anestésico, lo que se refleja en un mayor tiempo de mantenimiento anestésico. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura, donde se describe que la dexmedetomidina reduce significativamente los requerimientos de propofol durante la anestesia general, mejorando la estabilidad anestésica y optimizando el mantenimiento del plano anestésico.

#### 4.2.1 Discusión del mantenimiento anestésico

Los resultados del presente estudio evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los tiempos de mantenimiento anestésico entre los protocolos evaluados, siendo mayor en el protocolo MKT-B en comparación con el protocolo BKD-P. Esta diferencia puede atribuirse a la inclusión de dexmedetomidina en el protocolo BKD-P, fármaco que actúa como agonista  $\alpha 2$ -adrenérgico y que ha demostrado un efecto ahorrador de anestésicos, reduciendo los requerimientos de propofol durante el mantenimiento anestésico. En contraste con el trabajo de Sanches et al., (2022), donde se evalúa los *Cardiopulmonary and propofol-sparing effects of*

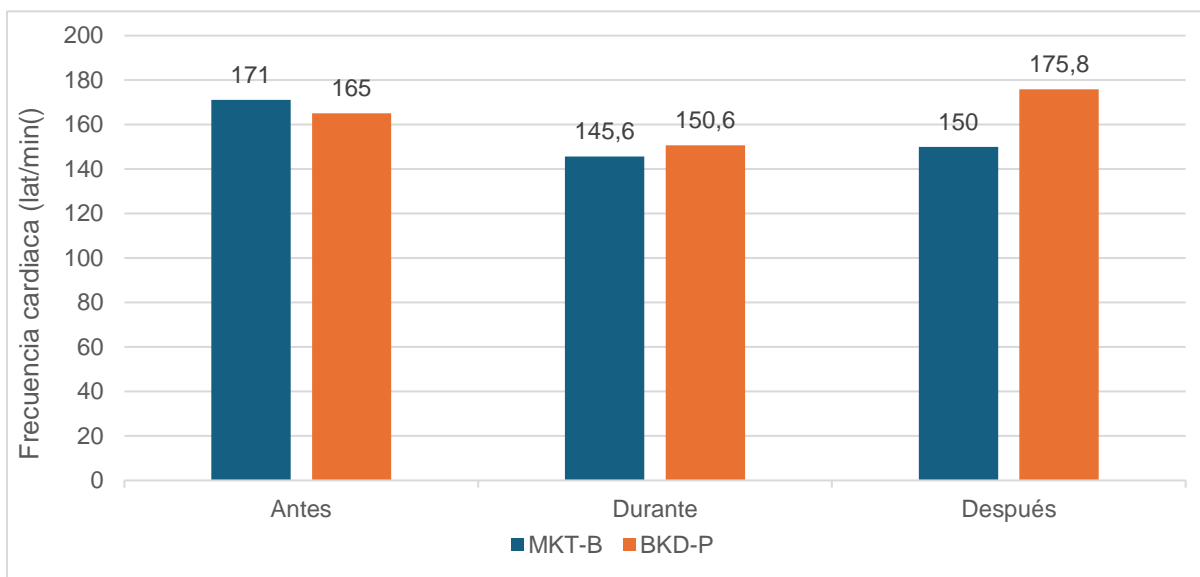
*dexmedetomidine in total intravenous anesthesia in cats undergoing ovariohysterectomy*; evidenciando una disminución significativa en la dosis necesaria de propofol. En este sentido, la literatura respalda que la dexmedetomidina optimiza el mantenimiento anestésico al disminuir el consumo de agentes hipnóticos y favorecer una mayor estabilidad anestésica.

#### 4.3 Comparación de medias de frecuencia cardiaca

*Tabla 10. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia*

Protocolo	FC Antes (lat/min)	FC Durante (lat/min)	FC Después (lat/min)
MKT-B	171,1 ± 29,0	145,7 ± 4,9	150,0 ± 4,6
BKD-P	165,0 ± 25,3	150,6 ± 12,9	175,8 ± 5,0

*Figura 4. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia cardiaca*



Fuente: Autoría propia

Los resultados que se presentan en la Tabla 9 corresponden a los promedios de la frecuencia cardiaca registrados en los gatos sometidos a orquiectomía, evaluados antes de la intervención

quirúrgica, durante el procedimiento y después de la intervención, de acuerdo con el protocolo anestésico aplicado, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Para la comparación de las medias de la frecuencia cardíaca entre los tratamientos, se aplicó la prueba t de Student, considerando un nivel de significancia del 5% ( $p < 0,05$ ).

En la medición de la frecuencia cardíaca previa a la intervención quirúrgica, el protocolo Midazolam–Ketamina–Tramadol con mantenimiento de propofol y bloqueo intratesticular con bupivacaína (MKT-B) presentó un promedio de  $171,1 \pm 29,0$  lat/min, mientras que el protocolo Butorfanol–Ketamina–Dexmedetomidina con propofol (BKD-P) registró un promedio de  $165,0 \pm 25,3$  lat/min. El análisis estadístico no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos, lo que indica condiciones basales comparables en los animales evaluados.

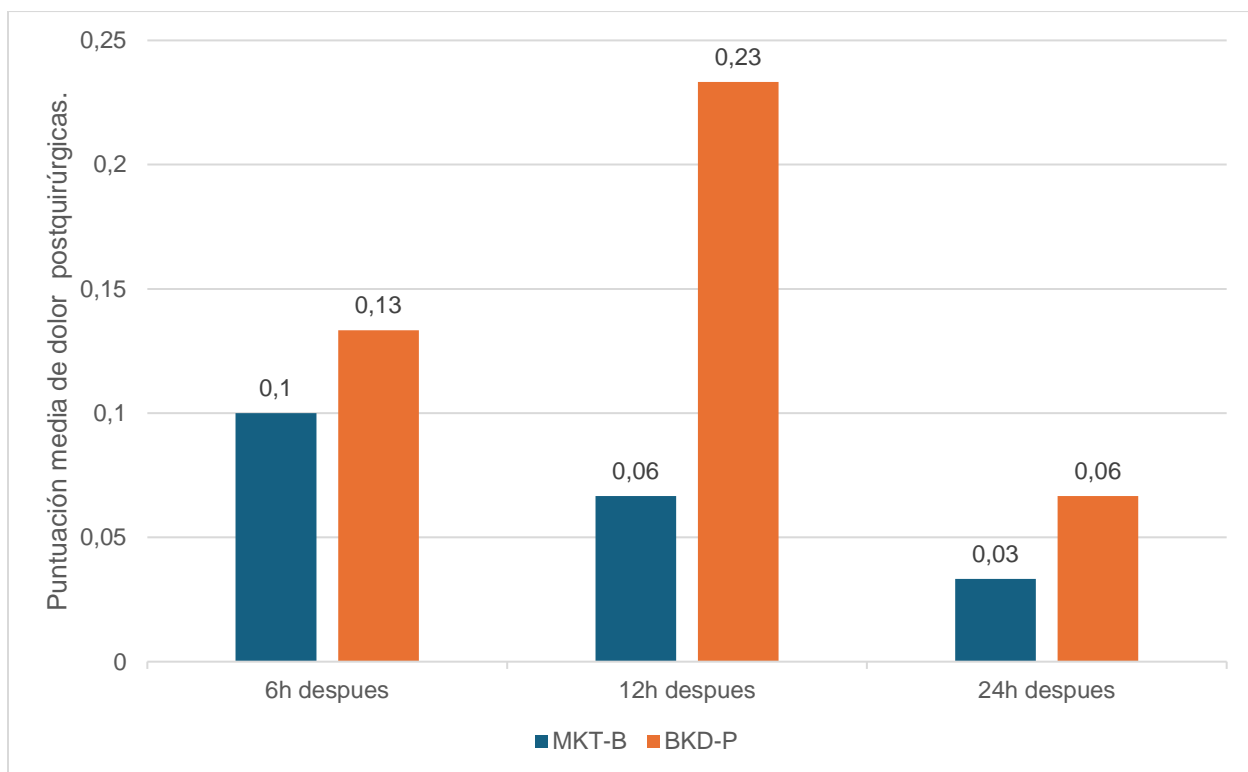
Durante el procedimiento quirúrgico, la frecuencia cardíaca promedio fue de  $145,7 \pm 4,9$  lat/min en el grupo tratado con el protocolo MKT-B y de  $150,6 \pm 12,9$  lat/min en el grupo BKD-P. El análisis mediante la prueba t de Student no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos anestésicos, lo que sugiere un comportamiento hemodinámico similar durante la fase intraoperatoria.

Por otro lado, en la frecuencia cardíaca posterior a la intervención quirúrgica, el grupo anestesiado con el protocolo MKT-B presentó un promedio de  $150,0 \pm 4,6$  lat/min, mientras que el grupo BKD-P mostró un promedio de  $175,8 \pm 5,0$  lat/min. En este momento de evaluación, el análisis estadístico evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos ( $p < 0,05$ ), indicando una mayor frecuencia cardíaca media en el protocolo BKD-P durante el periodo postoperatorio inmediato.

En conjunto, los resultados obtenidos bajo el DCA indican que ambos protocolos anestésicos mantienen la frecuencia cardíaca dentro de rangos clínicamente aceptables; sin embargo, se evidencian diferencias en la fase postoperatoria. El protocolo MKT-B mostró una mayor estabilidad de la frecuencia cardíaca, mientras que el protocolo BKD-P presentó valores más elevados después de la intervención, lo cual puede atribuirse a las diferencias farmacológicas entre los protocolos anestésicos evaluados.

#### 4.4 Comparación de la analgesia postoperatoria

*Figura 5. Comparación de analgesia postoperatoria*



Fuente: Autoría propia

La evolución temporal del dolor postoperatorio evidenció diferencias en el comportamiento analgésico de los protocolos anestésicos evaluados. En ambos grupos, la

valoración realizada a las 6 horas postquirúrgicas mostró puntajes bajos de dolor (0,10 en ambos protocolos), lo que indica un adecuado control analgésico inicial y ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en este momento ( $p > 0,05$ ).

A las 12 horas postoperatorias, se observó un incremento del puntaje de dolor en ambos protocolos; sin embargo, este aumento fue considerablemente más marcado en el protocolo Butorfanol–Ketamina–Dexmedetomidina con propofol (BKD-P), que alcanzó un valor promedio de 0,23, mientras que el protocolo Midazolam–Ketamina–Tramadol con mantenimiento de propofol y bloqueo intratesticular con bupivacaína (MKT-B) presentó un puntaje promedio menor (0,13). La comparación estadística evidenció una diferencia significativa entre ambos tratamientos ( $p < 0,05$ ), indicando un mejor control del dolor en el protocolo MKT-B durante este periodo crítico del postoperatorio.

En la evaluación realizada a las 24 horas, ambos protocolos mostraron una reducción del puntaje de dolor respecto a las mediciones previas; no obstante, el protocolo MKT-B evidenció una disminución progresiva del dolor hasta un valor promedio de 0,06, mientras que el protocolo BKD-P alcanzó un puntaje promedio aún menor (0,033). Esta diferencia resultó estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ), lo que sugiere una mejor analgesia tardía en el protocolo BKD-P.

El análisis de las tendencias temporales indica que el protocolo MKT-B presentó un comportamiento analgésico más estable, caracterizado por un control adecuado del dolor en las primeras horas, un incremento moderado a las 12 horas y una disminución progresiva hacia las 24 horas. Por su parte, el protocolo BKD-P mostró una mayor variabilidad, con un aumento pronunciado del dolor a las 12 horas seguido de una disminución marcada a las 24 horas, alcanzando los valores más bajos de dolor del estudio.

El protocolo MKT-B proporciona un mejor control del dolor durante el intervalo intermedio (12 horas), mientras que el protocolo BKD-P muestra una analgesia más eficaz en la fase tardía (24 horas). En consecuencia, la elección del protocolo anestésico debe considerar el tipo de procedimiento quirúrgico, el manejo postoperatorio y la disponibilidad de monitorización durante las primeras 24 horas.

#### 4.4.1 Discusión: Comparación del comportamiento analgésico postoperatorio

La presente investigación evaluó y comparó el comportamiento de la analgesia postoperatoria entre dos protocolos anestésicos en gatos sometidos a orquiectomía, mediante el uso de escalas validadas de dolor (UFEPS-SF y CMPS-Feline). Los resultados mostraron diferencias temporales en el control del dolor entre los protocolos, con un mejor comportamiento analgésico del protocolo MKT-B a las 12 h postquirúrgicas y del protocolo BKD-P a las 24 h postquirúrgicas, lo cual sugiere que cada combinación farmacológica puede influir de manera distinta en la percepción y respuesta al dolor a lo largo del periodo postoperatorio.

Estos hallazgos guardan similitud con los reportados en la tesis de (Elmor Núñez & De los Santos Torres, 2024) de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, quienes *Compararon dos protocolos anestésicos en felinos domésticos sometidos a orquiectomía en jornadas de bajo costo*, destacando que la inclusión de bloqueos locales contribuye significativamente a la reducción de los puntajes de dolor en el periodo postquirúrgico inmediato. Estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde el protocolo Midazolam–Ketamina–Tramadol con bloqueo intratesticular con bupivacaína (MKT-B) mostró un mejor control del dolor durante el intervalo crítico de las 12 horas postoperatorias, evidenciado por puntajes significativamente menores en comparación con el protocolo que no incluyó bloqueo local.

La eficacia analgésica observada en el protocolo MKT-B puede atribuirse al efecto del bloqueo intratesticular con bupivacaína, el cual permite una interrupción directa de la transmisión nociceptiva a nivel local, reduciendo la sensibilización periférica asociada al trauma quirúrgico. Este mecanismo coincide con lo descrito en la tesis de la UNPHU, donde se señala que los bloqueos locales representan una herramienta eficaz para disminuir el dolor postoperatorio, especialmente en procedimientos quirúrgicos de corta duración como la orquiectomía felina.

Adicionalmente, estudios que analizan técnicas de bloqueo local refuerzan la relevancia del manejo perilesional en procedimientos como la castración. Por ejemplo, investigaciones sobre el bloqueo intratesticular y técnicas de inyección en el cordón espermático han demostrado que la administración de anestésicos locales, como lidocaína o ropivacaína, puede reducir significativamente los puntajes de dolor postoperatorio cuando se integra adecuadamente dentro de un protocolo analgésico multimodal. Estos resultados apoyan el uso de un bloqueo perilesional como parte del protocolo MKT-B, donde la bupivacaína intratesticular puede contribuir al mejor control del dolor observado, especialmente en las primeras horas postquirúrgicas.

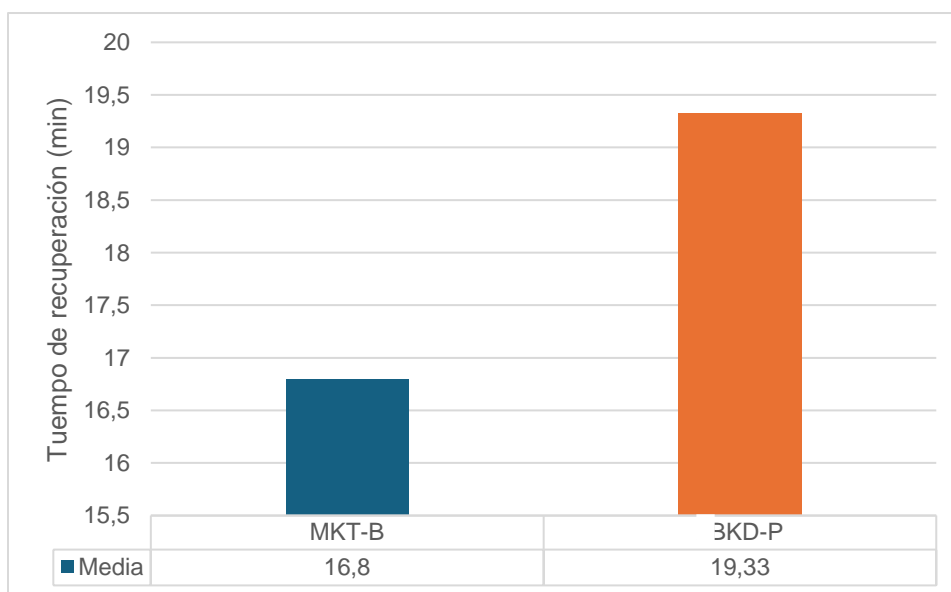
Comparativamente, ensayos clínicos que evaluaron distintas combinaciones farmacológicas también han resaltado la necesidad de agentes analgésicos potentes y consistentes para cubrir los picos nociceptivos posteriores a la cirugía, particularmente en el periodo temprano postoperatorio. Esto es consistente con la observación de un incremento del dolor a las 12 h en ambos protocolos, lo que podría estar asociado a la disminución del efecto de los analgésicos de corta duración y al inicio de los procesos inflamatorios propios de la herida quirúrgica.

## 4.5 Comparación del tiempo de recuperación entre dos protocolos anestésicos

Tabla 11. Comparación de medias del tiempo de recuperación

Tiempo de recuperación (min)	MKT-B Media	SD	Normalidad	BKD-P Media	SD	Normalidad	t de Student (p)
Recuperación anestésica	16,83	0,78	p > 0,05	19,33	0,78	p > 0,05	p < 0,05

Figura 6. Comparación del tiempo de recuperación



Fuente: Autoría propia

Los resultados que se presentan en la Tabla 9 corresponden a los promedios del tiempo de recuperación anestésica (min) registrados en los felinos sometidos a orquiectomía, de acuerdo con el protocolo anestésico aplicado, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Para la

comparación de las medias del tiempo de recuperación entre los tratamientos MKT-B y BKD-P, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, considerando un nivel de significancia del 5% ( $p < 0,05$ ).

El valor de t calculado (3,22) fue mayor que el valor crítico al 5% (2,045) y al 1% (2,756), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de recuperación de los dos protocolos anestésicos evaluados.

El coeficiente de variación ( $CV = 4,30\%$ ) indica una baja dispersión de los datos, lo que demuestra alta confiabilidad y homogeneidad en los tiempos de recuperación obtenidos en ambos tratamientos.

Al analizar las medias, se observa que el protocolo MKT-B presentó un tiempo de recuperación menor (16,83 min) en comparación con el protocolo BKD-P (19,33 min), lo que evidencia que los animales tratados con MKT-B se recuperaron en menor tiempo tras la anestesia, en relación con aquellos que recibieron el protocolo BKD-P.

#### 4.5.1 Discusión

La diferencia significativa en los tiempos de recuperación entre ambos protocolos se explica por las características farmacológicas de los fármacos utilizados. El protocolo MKT-B presentó un menor tiempo promedio de recuperación anestésica, acompañado de una baja dispersión de los datos, lo que evidencia una recuperación más rápida y homogénea en comparación con el protocolo BKD-P, lo cual puede atribuirse a su menor efecto sedante residual y a su rápido metabolismo, favoreciendo un retorno temprano a la estación.

Por el contrario, el protocolo BKD-P (butorfanol, ketamina y dexmedetomidina) generó una sedación más profunda y prolongada, principalmente por la acción de la dexmedetomidina, agonista  $\alpha$ 2-adrenérgico que produce depresión del sistema nervioso central y prolonga el estado de recumbencia, retrasando la recuperación anestésica.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Khenissi, Nikolayenkova y Broussaud (2017), quienes al comparar combinaciones de alfaxalona o ketamina asociadas con dexmedetomidina y butorfanol en felinos sometidos a orquiectomía, demostraron que las combinaciones que incluyen dexmedetomidina y butorfanol junto con ketamina producen tiempos de sedación y recuperación significativamente mayores en comparación con otros protocolos, aun cuando la calidad de la recuperación sea clínicamente aceptable.

Asimismo, Margeti et al. (2024), en su estudio titulado *The Effect of a Subsequent Dose of Dexmedetomidine or Other Sedatives following an Initial Dose of Dexmedetomidine on Sedation and Quality of Recovery in Cats: Part I*, señalan que el uso de dexmedetomidina incrementa el tiempo de recuperación postanestésica en pequeños animales, lo que respalda los mayores tiempos observados en el protocolo BKD-P.

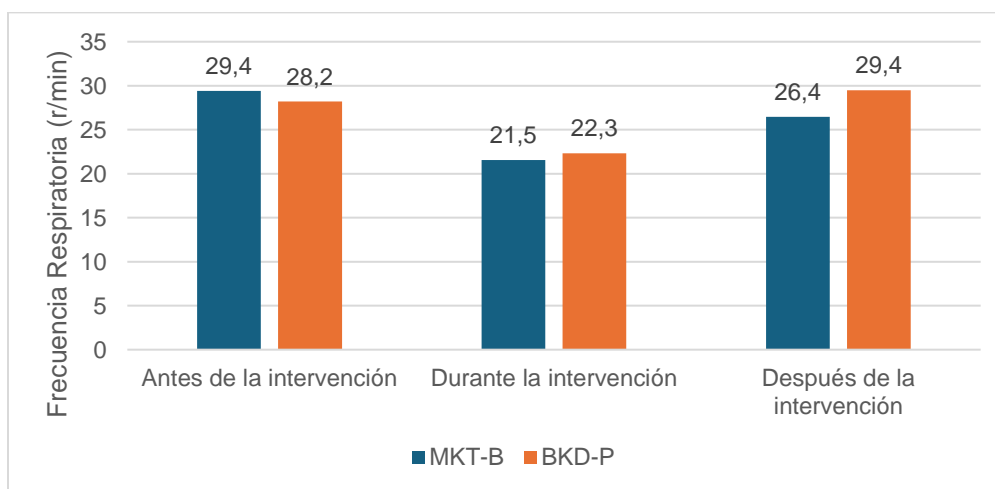
En conjunto, estos hallazgos confirman que el protocolo MKT-B es clínicamente más eficiente, al permitir una recuperación más rápida en felinos sometidos a orquiectomía, lo cual resulta especialmente relevante en cirugías ambulatorias y programas de esterilización.

## 4.6 Comparación de medias frecuencia respiratoria

Tabla 12. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia respiratoria

Frecuencia respiratoria (r/min)	MKT-B Media	SD	Normalidad	BKD-P Media	SD	Normalidad
Antes de la intervención (i)	29,4	4,1	0,082	28,2	3,8	0,094
Durante la intervención (j)	21,57	3,5	0,067	22,33	3,9	0,071
Después de la intervención (k)	26,47	3,9	0,058	29,47	4,6	0,063

Figura 7. Resultados prueba de comparación de medias de frecuencia respiratoria



Fuente: Autoría propia

Los resultados obtenidos en la Figura 7 y tabla 12 muestran que la frecuencia respiratoria varió a lo largo de los diferentes momentos anestésicos en ambos protocolos.

Antes de la intervención, los animales del grupo MKT-B presentaron un promedio de 29,4 r/min, mientras que el grupo BKD-P registró 28,2 r/min, observándose valores muy similares entre ambos tratamientos.

Durante la intervención quirúrgica se evidenció una disminución marcada de la frecuencia respiratoria en los dos protocolos. El grupo MKT-B presentó una media de 21,57 r/min, y el grupo BKD-P una media de 22,33 r/min, lo que indica un efecto depresor respiratorio de ambos esquemas anestésicos.

Después de la intervención, se observó un aumento de la frecuencia respiratoria en ambos grupos, como parte del proceso de recuperación. Sin embargo, el grupo BKD-P alcanzó un promedio mayor (29,47 r/min) en comparación con el grupo MKT-B (26,47 r/min), lo que sugiere una recuperación respiratoria más lenta y estimulada en los animales tratados con BKD-P.

En general, ambos protocolos produjeron una depresión respiratoria durante el acto quirúrgico y una recuperación posterior. No obstante, el protocolo BKD-P mostró valores respiratorios más elevados en la fase postoperatoria en comparación con MKT-B, lo que indica una diferente dinámica de recuperación entre los esquemas anestésicos.

#### 4.7 Análisis costo–beneficio clínico y económico

El presente estudio permitió establecer una comparación clínico–operativa entre ambos protocolos anestésicos. El protocolo MKT-B demostró menores tiempos de recuperación, menor sedación residual y una estabilización más rápida de la frecuencia respiratoria, lo que se traduce en una optimización del tiempo de hospitalización, del monitoreo postoperatorio y del uso de recursos clínicos.

En contraste, el protocolo BKD-P, si bien proporcionó una sedación más profunda, presentó mayores tiempos de recuperación, lo que incrementa la duración del monitoreo postoperatorio y la demanda de recursos humanos y clínicos. Por tanto, desde un enfoque clínico–operativo, el protocolo MKT-B representa una alternativa más eficiente en comparación con el protocolo BKD-P, al permitir una recuperación adecuada con un menor requerimiento de tiempo y recursos clínicos.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de un análisis detallado de los resultados, se llegó a las siguientes conclusiones:

Con relación al primer objetivo planteado, el estudio demostró que el protocolo Midazolam–Ketamina–Tramadol con mantenimiento de Propofol y bloqueo intratesticular con bupivacaína es eficaz para el control del dolor postoperatorio, evidenciado mediante menores puntuaciones en la *Feline Grimace Scale* en gatos sometidos a orquiectomía, evidenciado mediante menores puntuaciones en las escalas validadas de dolor en comparación con el protocolo alternativo.

En cumplimiento del segundo objetivo, orientado a la evaluación de las variables fisiológicas, se determinó que el protocolo MKT-B proporcionó una mayor estabilidad de las variables cardiovasculares evaluadas, manteniendo valores de frecuencia cardíaca y respiratoria más constantes durante el procedimiento anestésico.

Respecto a la recuperación anestésica, se concluye que el protocolo MKT-B permitió una recuperación más rápida y homogénea, evidenciada por un menor tiempo promedio de recuperación y una baja variabilidad de los datos, sin requerir refuerzos anestésicos adicionales.

Finalmente, desde el enfoque beneficio–costo, el protocolo MKT-B representa una alternativa clínicamente eficiente y económicamente viable, al ofrecer un adecuado control del dolor, estabilidad anestésica y reducción del tiempo de recuperación, optimizando el uso de fármacos y recursos clínicos.

## 6. RECOMENDACIONES

Para futuros estudios relacionados con la comparación de protocolos anestésicos en gatos domésticos sometidos a orquiectomía, se sugiere lo siguiente:

Incrementar el tamaño de la muestra, con el fin de mejorar la representatividad de los resultados y permitir un análisis estadístico más robusto, considerando además diferentes rangos etarios para evaluar posibles variaciones en la respuesta anestésica y analgésica.

Evaluar la eficacia de otros protocolos anestésicos multimodales, manteniendo el uso de analgesia locorregional intratesticular, con el objetivo de comparar su efecto sobre el control del dolor postoperatorio, la estabilidad fisiológica y los tiempos de recuperación.

Analizar el uso de diferentes anestésicos locales, como la bupivacaína intratesticular, en combinación con los protocolos anestésicos evaluados, para determinar diferencias en la duración y calidad de la analgesia postoperatoria.

Realizar estudios que incluyan un análisis detallado de costo–efectividad, con el fin de determinar la viabilidad clínica y económica de los distintos protocolos anestésicos, considerando la relación entre costo, eficacia, tiempo de recuperación y bienestar animal en la práctica veterinaria.

## 7. BIBLIOGRAFÍAS

Allweiler, S. (Marzo de 2023). *Analgesics Used in Animals*. Obtenido de merckvetmanual:

<https://www.merckvetmanual.com/therapeutics/pain-assessment-and-management/analgesics-used-in-animals?mredirectid=2810>

Allweiler, S. (22 de Marzo de 2023). *Local and Regional Analgesic Techniques in Animals*.

Obtenido de msdvetmanual: <https://www.msdvetmanual.com/therapeutics/pain-assessment-and-management/local-and-regional-analgesic-techniques-in-animals>

Aragones Nuela, J. (2022). *Evaluación del dolor postoperatorio en felinos Felis catus sometidos*

*a dos abordajes quirúrgicos de orquiectomía utilizando la escala multidimensional*

*UNESP-Botucatu*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de

utmachala: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18494>

Aragones Nuela, J. M. (21 de Febrero de 2022). *Evaluación del dolor postoperatorio en felinos*

*Felis catus sometidos a dos abordajes quirúrgicos de orquiectomía utilizando la escala*

*multidimensional UNESP BOTUCATU*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de

Machala. Obtenido de Repositorio Digital de la UTMACH:

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18494/1/TTUACA-2022-MV->

[DE00002.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18494/1/TTUACA-2022-MV-DE00002.pdf)

Aragones, J., López, H., Camberos, L., & Olvera, L. (2015). *Farmacología veterinaria 4ª edición*.

Ciudad de México: McGraw Hill Companies.

Arakawa, R., Takano, A., & Halldin, C. (17 de Octubre de 2018). Serotonin and Norepinephrine

Transporter Occupancy of Tramadol in Nonhuman Primate Using Positron Emission

- Tomography. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 53–56. Obtenido de PubMed Central: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6313119/>
- Beatriz P. Monteiro, B. D. (22 de octubre de 2022). *Directrices de WSAVA para el reconocimiento, evaluación y tratamiento del dolor, 2022*. Obtenido de WSAVA: [https://wsava.org/wp-content/uploads/2023/01/Spanish\\_2022-WSAVA-Manejo-del-Dolor-Espanol.pdf](https://wsava.org/wp-content/uploads/2023/01/Spanish_2022-WSAVA-Manejo-del-Dolor-Espanol.pdf)
- Biológico, I. Q. (6 de Noviembre de 2014). *Butorfanol: farmacología y perfil farmacocinético*. Obtenido de Instituto Químico Biológico: <https://iqb.es/cbasicas/farma/farma04/B067.htm>
- Brondani, J., Luna, S., Beier, S., Minto, B., & Padovani, C. (11 de Junio de 2009). Analgesic efficacy of perioperative use of vedaprofen, tramadol or their combination in cats undergoing ovariohysterectomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 420–429. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10832834/>
- Chimbo, N. A. (2025). *Relación de las características corporales, morfometría testicular y la viabilidad de espermatozoides epididimarios en gatos post-orquiectomía*. Latacunga.
- Chung, Y., Chan, H., Lee, T., & Wong, Y. (20 de Enero de 2024). Inhibition of adenylyl cyclase by GTPase-deficient Gai is mechanistically different from that mediated by receptor-activated Gai. *Cell Communication and Signaling*, 8-13. Obtenido de biosignaling: <https://biosignaling.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12964-024-01572-3#citeas>
- Claire Oviedo, R. M. (2021). *Protocolos de anestesia en clínica y cirugía de animales menores en la clínica veterinaria "Zoo Life"*. UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA CARRERA DE MEDICINA

VETERINARIA Y ZOOTECNIA. Santa Cruz de la Sierra: Universidad Evangélica Boliviana.

Cuenca, G. M. (2016). *Ordenanza para el control y manejo de la fauna urbana y la protección de animales domésticos de compañía del cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador: GAD Municipal del Cantón Cuenca.

Degenhardt, L., Dorsch, R., Hartmann, K., & Dörfelt, R. (13 de Agosto de 2023). Serum amyloid A in cats with renal azotemia. *Veterinary World*, 1673–1681. Obtenido de Veterinary World: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.16/August-2023/13.pdf>

Edinoff, A., Kaplan, L., Khan, S., Petersen, M., & Sauce, E. (6 de Setiembre de 2021). Full Opioid Agonists and Tramadol: Pharmacological and Clinical. *Anesth Pain Med (Anesthesiology and Pain Medicine)*, 5-9. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8520671/>

Elmor, M., & De los Santos, I. (2024). *Comparación de dos protocolos anestésicos en felinos domésticos sometidos a orquiectomía en jornadas a bajo costo en Santo Domingo*. Santo Domingo, República Dominicana: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

Evangelista, M., Watanabe, R., Leung, V., Monteiro, B., & O'Toole, E. (2019). Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale. *Scientific Reports*, 2-5.

García, M. S. (Mayo de 2025). *Anestesia locorregional en perros y gatos*. Obtenido de Clinvet: <https://revistas-veterinaria.multimedica.es/clinatv/anestesia-locorregional-en-perros-y-gatos/>

- Grimm, K. A., Lamont, L. A., Tranquilli, W. J., Greene, S. A., & Robertson, S. A. (2015). *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc.
- Gunew, M., Menrath, V., & Marshall, R. (2008). Long-term safety, efficacy and palatability of oral meloxicam at 0.01–0.03 mg/kg for treatment of osteoarthritic pain in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 3-7.
- Hellyer, P., Freeman, L., & Hubbell, J. (1991 ). Induction of anesthesia with diazepam-ketamine and midazolam-ketamine in greyhounds. *Veterinary Surgery*, 143–147.
- Imboden, T., Pownall, W., Rubin, S., Spadavecchia, C., & Schöllhorn, B. (22 de Septiembre de 2023). Determination of a safe sedative combination of dexmedetomidine, ketamine and butorphanol for minor procedures in dogs by use of a stepwise optimization method. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 1–12. Obtenido de Veterinary Anaesthesia and Analgesia: <https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13028-023-00697-8>
- Jafarbeglou, M., & Marjani, M. (28 de Noviembre de 2019). Comparison of the sedative effects of medetomidine administered intranasally, by atomization or drops, and intramuscular injection in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 477. Obtenido de vaajournal: [https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987\(19\)30124-2/abstract](https://www.vaajournal.org/article/S1467-2987(19)30124-2/abstract)
- Jean-Pierre, H. (15 de Noviembre de 2021). Uso de Propofol en anestesia intravenosa. *EMC – Anestesia-Reanimación*, 10-14. Obtenido de SHARING EXPERTISE: <file:///C:/Users/lojak/Downloads/propofol-lipuro-1formacionenanestesia.pdf>
- Luisa Martínez Cobo, J. E. (2022). *Diagnóstico del dolor agudo en perros y gatos*. ARGOS.

- Ma, X., Yan, J., & Jiang, H. (16 de Agosto de 2023). Application of Ketamine in Pain Management and the Underlying Mechanism. *Pain Research & Management*, 2-8. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10447145/>
- Makpunpol, T., Chanrobru, Y., Thanapaisal, P., & Kuropakaranan, M. (2 de Febrero de 2025). Comparison of Perioperative Analgesic Efficacy of Lidocaine Intratesticular Block and Spermatic Cord Instillation in Feline Castration,. *Veterinary Sciences*, 111. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11861551/>
- Makpunpol, T., Chanrobru, Y., Thanapaisal, P., Kuropakaranan, M., Wipoosak, P., & Seesupa, S. (2025). Comparison of Perioperative Analgesic Efficacy of Lidocaine Intratesticular Block and Spermatic Cord Instillation in Feline Castration. *Veterinary Sciences*, 6-9.
- Palencia, R., & Vizcarra, R. (12 de Junio de 2019). Valoración perioperatoria, escalas de valoración y tecnología de la información y comunicación. *Medicina interna de México*, 429–434. Obtenido de scielo: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-48662019000300429](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662019000300429)
- Shafiei, F. T., McAllister, R. K., & Lopez, J. (17 de Agosto de 2023). *Bupivacaine*. Obtenido de National Library o Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532883/>
- Shivley, J. M., Woodruff, K., Shealy, A. P., Bushby, P. A., & Brookshire, W. C. (2022). Actualización sobre la orquiectomía.
- Souza, T., dos Anjos, N., Kersul, I., Martins Filho, E., & Nunes, T. (14 de Febrero de 2022). Effects of dexmedetomidine or tramadol continuous rate infusions on the propofol requirements and cardiorespiratory variables in propofol-ketamine-midazolam anaesthetised cats.

*Veterinarni Medicina (Vet Med (Praha))*, 67. Obtenido de National Library of Medicine:  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11334771/>

Sumano López, H. (2006). *Farmacología veterinaria. 3ra. ed.* México: Mcgraw Hill Companies.

Valle, C. (5 de Agosto de 2025). *Plan anestésico básico según el estado ASA del paciente*. Obtenido de cuasveterinaria: <https://cuasveterinaria.es/blog/plan-anestesico-segun-estado-asa-paciente/>

Xu, M., Zhang, Q., Wang, Q., Pan, D., & Ding, M. (28 de Febrero de 2022). The Characteristics and Distribution of  $\alpha 2D$ -,  $\alpha 2B$ - and  $\alpha 2C$ -Adrenoceptor Subtypes in Goats. *Animals*, 664. Obtenido de mdpi: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/5/664>

## 6. ANEXOS

Anexo 1. *Matriz de datos de la etapa de inducción anestésica*

Paciente	Tiempo de inducción			$A - B^2 = d^2$	
	MKT-B	2BKD-P	A-B=D		
1	25	22	3	9	
2	12	24	-12	144	
3	21	24	-3	9	
4	22	22	0	0	
5	12	21	-9	81	
6	20	14	6	36	
7	12	21	-9	81	
8	16	22	-6	36	
9	17	21	-4	16	
10	19	18	1	1	
11	22	19	3	9	
12	25	20	5	25	
13	16	19	-3	9	
14	15	17	-2	4	
15	17	19	-2	4	
16	16	21	-5	25	
17	17	19	-2	4	
18	15	18	-3	9	
19	12	18	-6	36	
20	12	17	-5	25	
21	16	15	1	1	
22	19	20	-1	1	
23	22	21	1	1	
24	12	15	-3	9	
25	16	19	-3	9	
26	18	18	0	0	
27	20	22	-2	4	
28	12	19	-7	49	
29	17	19	-2	4	
30	19	16	3	9	
<b>Suma total</b>	<b>514</b>	<b>580</b>	<b>-66</b>	<b>650</b>	

<b>Media</b>	<b>17,133</b>	<b>19,33</b>	<b>-2,2</b>
--------------	---------------	--------------	-------------

Anexo 2. Base de datos de la evaluación del dolor

Paciente	Protocolo	Dolor 6h despues	Dolor 12h despues	Dolor 24h despues
1	Grupo MKT-B	0	0	0
2	Grupo MKT-B	0	0	0
3	Grupo MKT-B	0	0	0
4	Grupo MKT-B	0	0	0
5	Grupo MKT-B	1	1	0
6	Grupo MKT-B	0	0	0
7	Grupo MKT-B	1	1	0
8	Grupo MKT-B	0	0	0
9	Grupo MKT-B	0	0	0
10	Grupo MKT-B	0	0	0
11	Grupo MKT-B	0	0	0
12	Grupo MKT-B	0	0	0
13	Grupo MKT-B	0	0	0
14	Grupo MKT-B	0	0	0
15	Grupo MKT-B	0	0	0
16	Grupo MKT-B	0	0	0

17	Grupo MKT-B	0	0	0
18	Grupo MKT-B	0	0	0
19	Grupo MKT-B	0	0	0
20	Grupo MKT-B	0	0	0
21	Grupo MKT-B	0	0	1
22	Grupo MKT-B	0	0	0
23	Grupo MKT-B	1	0	0
24	Grupo MKT-B	0	0	0
25	Grupo MKT-B	0	0	0
26	Grupo MKT-B	0	0	0
27	Grupo MKT-B	0	0	0
28	Grupo MKT-B	0	0	0
29	Grupo MKT-B	0	0	0
30	Grupo MKT-B	0	0	0
31	Grupo BKD-P	0	1	0
32	Grupo BKD-P	0	0	0
33	Grupo BKD-P	0	0	0
34	Grupo BKD-P	0	0	0
35	Grupo BKD-P	0	0	0
36	Grupo BKD-P	0	0	0

37	Grupo BKD-P	0	0	1
38	Grupo BKD-P	0	0	0
39	Grupo BKD-P	0	1	0
40	Grupo BKD-P	0	0	0
41	Grupo BKD-P	1	0	0
42	Grupo BKD-P	0	1	0
43	Grupo BKD-P	0	0	0
44	Grupo BKD-P	0	0	0
45	Grupo BKD-P	0	0	0
46	Grupo BKD-P	0	0	0
47	Grupo BKD-P	0	0	0
48	Grupo BKD-P	0	1	0
49	Grupo BKD-P	1	0	0
50	Grupo BKD-P	0	0	0
51	Grupo BKD-P	0	0	0
52	Grupo BKD-P	0	0	0
53	Grupo BKD-P	0	0	0
54	Grupo BKD-P	0	1	0
55	Grupo BKD-P	0	0	0
56	Grupo BKD-P	0	1	0

57	Grupo BKD-P	0	1	1
58	Grupo BKD-P	1	0	0
59	Grupo BKD-P	0	0	0
60	Grupo BKD-P	1	0	0

Anexo 3. Registro de datos del mantenimiento anestésico

Paciente	Tiempo de mantenimiento			
	MKT-B	BKD-P	A-B=D	$A - B^2 = d^2$
1	5	3	2	4
2	5	2	3	9
3	10	2	8	64
4	5	2	3	9
5	5	0	5	25
6	2	0	2	4
7	15	0	15	225
8	8	0	8	64
9	5	1	4	16
10	7	0	7	49
11	5	1	4	16
12	10	1	9	81
13	3	1	2	4
14	7	3	4	16
15	5	2	3	9
16	7	1	6	36
17	10	4	6	36
18	7	0	7	49
19	6	1	5	25
20	10	1	9	81
21	9	3	6	36
22	6	0	6	36
23	5	2	3	9
24	8	3	5	25
25	8	1	7	49

26	8	2	6	36
27	6	5	1	1
28	8	2	6	36
29	8	2	6	36
30	3	4	-1	1
Suma total	206	49	157	1087
Media	6,867	1,633	5,233	

*Anexo 4. Pacientes tratados con los diferentes protocolos anestésicos*

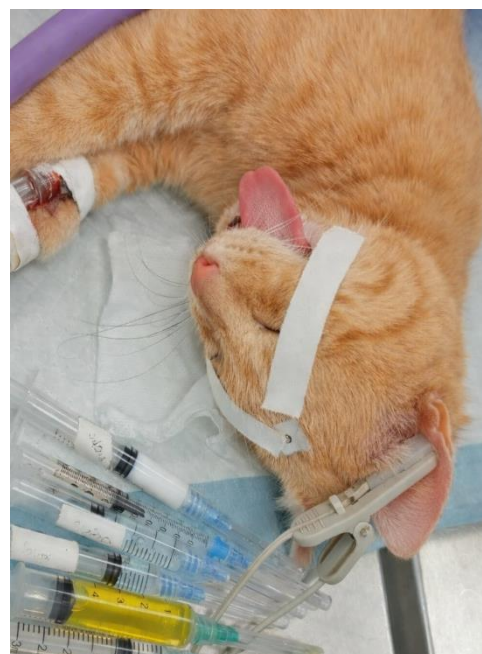


Anexo 5. Procedimiento para la preparación y registro de datos



FECHA	N°	NOMBRE PROPIETARIO	PACIENTE	EDAD	PESO	T°	FC	FR	RAZA	SUTURA PDX 3-0	DIANOCRILATO (DOPPA)	CICATRIZACIÓN DIA 3	CICATRIZACIÓN DIA 8
28 Noviembre 2025	1	Jareth Garcia	Samba	11 meses	4.6	38.2	156	20	mezcla Scanes	X			
28 Noviembre 2025	2	Cesar Jara	Zumo sacudote	1 año 2 meses	3.4	37.6	200	24	mezcla		X	✓	
28 Noviembre 2025	3	Albafra Pimentel	Lilo	2 años	3.6	38.7	196	30	mezcla	X		✓	
28 de 2025	4	Karen Dinchi	Gatón	1 año 3 meses	3.3	38	204	19	mezcla		X	✓	
28/11/25	5	Pedro Robles	Coco	10 meses	4.3	38	188	22	mezcla	X		✓	
28/11/25	6	Erick Gonzalez	Rei	3 años	4.6	38.2	240	36	mezcla		X	✓	
28/11/25	7	Ingrid Torres	Pelusa	8 meses	3.4	37.9	232	28	mezcla	X		✓	
10/12/25	8	Oscar Iojá	Inti	10 meses	4.3	38.5	168	22	mezcla	X			
	9	Oscar Iojá	Pipol	10 meses	3.6	38	188	24	" "	X			
	10	Gabriel Dillo	Suco	5 años	3	38.6	156	30	" "		X		

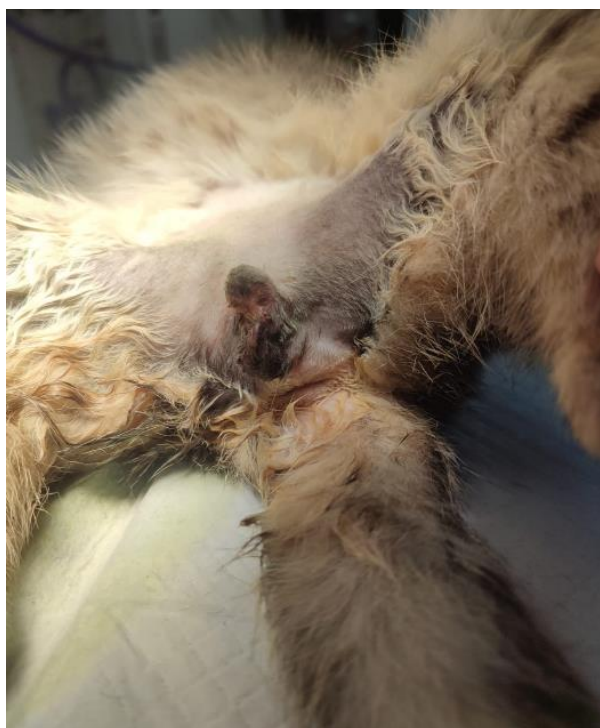
Anexo 6. Procedimiento anestésico utilizado en el estudio



*Anexo 7. Técnica quirúrgica aplicada*



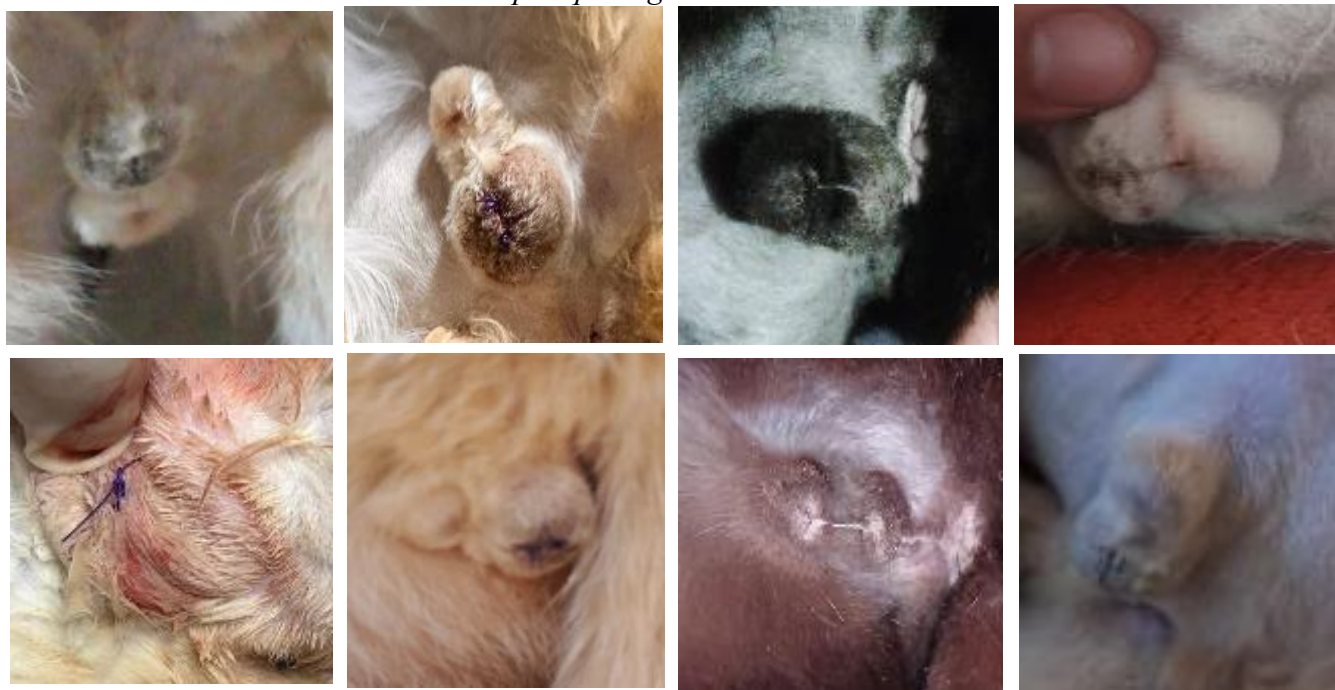
*Anexo 8. Procedimiento de recuperación postquirúrgica*



*Anexo 9. Observación clínica postquirúrgica a la hora del procedimiento*



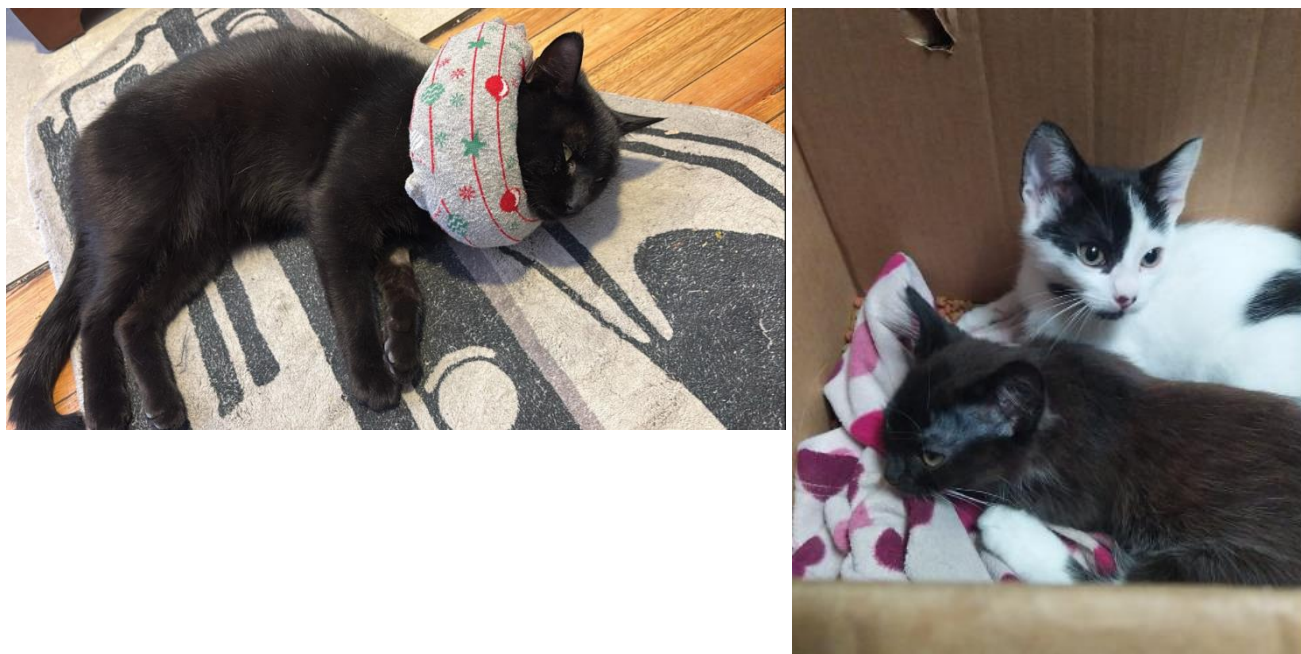
*Anexo 10. Evaluación clínica postquirúrgica a las 12 horas*



*Anexo 11. Evaluación clínica postquirúrgica a las 24 horas*



*Anexo 12. Evaluación de la recuperación de los pacientes durante las horas posteriores al procedimiento*



*Anexo 13. Resultados de la prueba t de Student*

<b>Media Total</b>	4,25
<b>N Datos</b>	30

<b>Tcal</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
9,48**	2,045	2,756

<b><math>S^2 d</math></b>	0,31
<b>Sd</b>	0,55
<b>T</b>	9,48
<b>Cv</b>	12,99

<b>Media Total</b>	4,67
<b>N Datos</b>	30

<b><math>S^2 d</math></b>	0,34	<b>Tcal</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>Sd</b>	0,59	4,09	2,045	2,756
<b>T</b>	-4,09			
<b>Cv</b>	12,57			