

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA, MENCIÓN EN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES COHORTE 2023

Comparación de tres protocolos anestésicos para orquitectomía y ovariohisterectomía en gatos con temperamento agresivo

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster
en Medicina Veterinaria, mención en Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies

Modalidad del Trabajo de Titulación: Trabajo de investigación

Autor: MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo

Director: Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg.

Ambato – Ecuador

2026

A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD, e integrado por los señores: MVZ. Luis Miguel Vargas Ortiz, Ph.D. y MVZ. Blanca Jeaneth Villavicencio Villavicencio, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “**Comparación de tres protocolos anestésicos para orquiectomía y ovariectomía en gatos con temperamento agresivo**” elaborado y presentado por el señor MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Medicina Veterinaria, Mención en Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal

MVZ. Luis Miguel Vargas Ortiz, Ph.D.
Miembro del Tribunal

MVZ. Blanca Jeaneth Villavicencio Villavicencio, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “**Comparación de tres protocolos anestésicos para orquiectomía y ovariectomía en gatos con temperamento agresivo**”, le corresponde exclusivamente a: MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo, Autor bajo la Dirección de Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg., Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo

c.c.: 1804844742

AUTOR

Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg.

c.c.: 1802521631

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo
c.c.: 1804844742

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
DEDICATORIA	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes investigativos	5
2.2. Fundamentación científica.....	8
2.2.1. <i>Características fisiológicas y comportamentales del gato doméstico</i>	8
2.2.1.1. Sistema circulatorio y respiratorio y su relación con el uso de anestésicos y sedantes.	8
2.2.1.2. Metabolismo hepático y eliminación de fármacos.	9
2.2.1.3. Termorregulación y susceptibilidad a la hipotermia.....	10
2.2.2. <i>Temperamento agresivo en felinos.....</i>	11
2.2.2.1. Estrés y respuesta neuroendocrina.	11

2.2.2.2.	Riesgos perioperatorios asociados a gatos agresivos.....	13
2.2.3.	<i>Bases de la anestesia balanceada en gatos</i>	14
2.2.4.	<i>Características farmacológicas de los productos evaluados</i>	18
2.2.4.1.	Dexmedetomidina.....	18
2.2.4.2.	Xilacina.....	19
2.2.4.3.	Ketamina.....	19
2.2.4.4.	Benzodiacepinas.	20
2.2.4.5.	Tiletamina-zolazepam.....	21
CAPÍTULO III.....		23
MARCO METODOLÓGICO.....		23
3.1.	Lugar de investigación, ubicación.....	23
3.2.	Tipo de investigación	23
3.3.	Prueba de Hipótesis	23
3.4.	Población o muestra	23
3.5.	Tratamientos	24
3.5.1.	<i>Aplicación de los tratamientos</i>	24
3.5.2.	<i>Inducción y mantenimiento</i>	25
3.6.	Recolección de información.....	25
3.6.1.	<i>Preparación del paciente</i>	25
3.6.2.	<i>Criterios de inclusión</i>	25
3.7.	Procesamiento de la información y análisis estadístico	26
3.8.	<i>Variables respuesta</i>	27
3.8.1.	<i>Parámetros fisiológicos</i>	27
3.8.2.	<i>Evaluación de efectos adversos anestésicos</i>	28
3.8.3.	<i>Calidad anestésica</i>	28
3.8.4.	<i>Efecto analgésico</i>	29
3.8.5.	<i>Consideraciones éticas y de seguridad</i>	30
CAPÍTULO IV.....		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		32

4.1. <i>Parámetros fisiológicos en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos</i>	32
4.2. Calidad de la sedación, inducción, mantenimiento y recuperación anestésica en gatos con temperamento agresivo mediante el uso de escalas clínicas estandarizadas	43
4.3. Efecto analgésico de los protocolos anestésicos durante el período postoperatorio mediante la aplicación de la Feline Grimace Scale.....	46
CAPÍTULO V	54
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.	54
5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones	54
5.3. Bibliografía.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del estado físico (EE) de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA).....	26
Tabla 2. Escala de calidad de inducción	28
Tabla 3. <i>Escala de calidad de la recuperación anestésica</i>	29
Tabla 4. Escala de tiempos de evaluación del efecto analgésico	29
Tabla 5. Escala Feline Grimace de acuerdo con las cinco unidades de acción facial	30
Tabla 6. Calidad de inducción anestésica de tres protocolos evaluados en gatos	43
Tabla 7. Calidad de recuperación anestésica de tres protocolos evaluados en gatos.	44
Tabla 8. Puntaje total de la Feline Grimace Scale por tratamiento y tiempo postoperatorio.....	47
Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis para el puntaje total de la Feline Grimace Scale según tiempo postoperatorio.	48
Tabla 10. Frecuencia de animales que requirieron analgesia de rescate según tratamiento.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos neuroendocrinos de la respuesta al estrés en felinos: activación simpática y eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Fuentes: (Amat et al., 2016; Caney et al., 2022; Hernández-Avalos et al., 2021).....	12
Figura 2. Frecuencia cardíaca promedio en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria.	32
Figura 3. Frecuencia de pulso promedio en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria	33
Figura 4. Frecuencia respiratoria en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria.....	34
Figura 5. Presión arterial diastólica, sistólica y media en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria	36
Figura 6. Saturación periférica de oxígeno en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria.....	37
Figura 7. Temperatura corporal en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria.....	38
Figura 8. Frecuencia de efectos adversos cardiovasculares, respiratorios y de termorregulación en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos	39
Figura 9. Evolución temporal del puntaje total de la Feline Grimace Scale en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante el período postoperatorio	48
Figura 10. Distribución del puntaje total de la Feline Grimace Scale según tratamiento y tiempo postoperatorio.....	49
Figura 11. Clasificación clínica del dolor postoperatorio según el puntaje total de la Feline Grimace Scale en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos	50
Figura 12. Puntaje promedio global de las unidades de acción facial de la Feline Grimace Scale según protocolo anestésico.	51

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Edita y Nelson, los pilares absolutos e inquebrantables de mi vida. No existen palabras suficientes para expresar mi gratitud por su respaldo incondicional en el aspecto económico, emocional y de bienestar general a lo largo de este exigente camino. Su guía, sus oraciones y sus sacrificios diarios han sido el sustento que me permitió mantenerme en pie y culminar con éxito este peldaño de cuarto nivel. Su amor infinito ha sido, es y será la base de cada uno de mis logros profesionales y humanos; este título es el fruto de su entrega.

A la Universidad, a mi director de tesis y al cuerpo docente de la Maestría en Medicina Veterinaria, mención En Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies, por impartir los conocimientos académicos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a todos los colegas y personas que, de manera directa o indirecta, brindaron las facilidades para la ejecución de los protocolos anestésicos de este estudio, aportando al crecimiento de la cirugía y la anestesiología veterinaria.

DEDICATORIA

A mis amados hijos, Ian y Lia, quienes son la luz de mi vida, mi fuente inagotable de inspiración y el motor absoluto que me impulsa a superar cualquier obstáculo. Cada hora de estudio, cada desvelo y cada sacrificio invertidos en este camino tienen un solo propósito: construir un futuro del cual se sientan orgullosos y demostrarles que con constancia y amor los sueños más grandes se hacen realidad. Este triunfo es, ante todo, de ustedes.

Sus sonrisas y ocurrencias hicieron posible que mantuviera la mente y el corazón enfocados en alcanzar esta meta de cuarto nivel; este logro les pertenece.

A Nelly, mi compañera de vida y mi apoyo incondicional. Gracias por sostener mi mano en los momentos de mayor cansancio y por ser el equilibrio y la fuerza en nuestro día a día.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA
COHORTE 2023

TEMA: COMPARACIÓN DE TRES PROTOCOLOS ANESTÉSICOS PARA ORQUIECTOMÍA Y OVARIOHISTERECTOMÍA EN GATOS CON TEMPERAMENTO AGRESIVO

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Trabajo de investigación

AUTOR: MVZ. Walter Rolando Guerrero Apo

DIRECTOR: Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg.

FECHA:

RESUMEN EJECUTIVO

La esterilización quirúrgica mediante orquiectomía y ovariohisterectomía constituye uno de los procedimientos más frecuentes en medicina felina; sin embargo, el manejo anestésico de gatos con temperamento agresivo representa un desafío debido al estrés, la dificultad de manipulación y el riesgo de alteraciones fisiológicas perioperatorias. La presente investigación fue realizada con el fin de comparar la eficacia de tres protocolos anestésicos en gatos agresivos sometidos a esterilización quirúrgica. El estudio incluyó 48 felinos atendidos en las unidades móviles de control de fauna urbana del GAD Municipalidad de Ambato, distribuidos en tres tratamientos: dexmedetomidina 5 µg/kg+ ketamina 2 mg/kg + diazepam 0,4 mg/Kg (T1); dexmedetomidina 5 µg/Kg + zolazepam + tiletamina 4 mg/Kg (T2) y xilacina 2 mg/Kg + ketamina 2 mg/Kg + midazolam 0,2 mg/ Kg (T3). Se evaluaron parámetros fisiológicos, calidad anestésica y efecto analgésico postoperatorio mediante la *Feline Grimace Scale*. Los resultados evidenciaron que los tres protocolos permitieron realizar los procedimientos quirúrgicos de manera segura, manteniendo una estabilidad fisiológica aceptable. No obstante, los protocolos que incluyeron dexmedetomidina presentaron mejores características de inducción y recuperación anestésica, así como

una menor expresión facial asociada al dolor postoperatorio. El protocolo basado en xilacina mostró una recuperación más variable y una menor eficacia analgésica durante la fase tardía de recuperación. Se concluye que los protocolos con dexmedetomidina constituyen alternativas eficaces y seguras para el manejo anestésico de gatos agresivos, favoreciendo una recuperación más tranquila y un mejor bienestar animal.

DESCRIPTORES: ANESTESIA BALANCEADA, ANALGESIA MULTIMODAL, ESTABILIDAD FISIOLÓGICA, BIENESTAR ANIMAL, SEDACIÓN FELINA.

*COMPARISON OF THREE ANESTHETIC PROTOCOLS FOR ORCHIECTOMY
AND OVARIOHYSTERECTOMY IN AGGRESSIVE CATS*

DEGREE MODALITY: Research Project

AUTHOR: MVZ. Walter Guerrero

ADVISOR: Dr. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg.

DATE:

ABSTRACT

Surgical sterilization through orchiectomy and ovariohysterectomy is one of the most commonly performed procedures in feline medicine. However, anesthetic management in aggressive cats remains challenging due to stress, difficulties associated with handling, and the risk of perioperative physiological disturbances. The present study was conducted to compare the efficacy of three anesthetic protocols in aggressive cats undergoing surgical sterilization. A total of 48 cats treated in the mobile urban animal control units of the Municipal Government of Ambato were included and assigned to three treatment groups: dexmedetomidine 5 µg/kg + ketamine 2 mg/kg + diazepam 0.4 mg/kg (T1); dexmedetomidine 5 µg/kg + tiletamine-zolazepam 4 mg/kg (T2); and xylazine 2 mg/kg + ketamine 2 mg/kg + midazolam 0.2 mg/kg (T3). Physiological parameters, anesthetic quality, and postoperative analgesic effects were assessed using the Feline Grimace Scale. The results demonstrated that all three protocols allowed the surgical procedures to be performed safely while maintaining acceptable physiological stability. Nevertheless, the protocols containing dexmedetomidine exhibited superior anesthetic induction and recovery characteristics, as well as lower facial expressions associated with postoperative pain. In contrast, the xylazine-based protocol showed greater variability during recovery and lower analgesic efficacy during the late postoperative period. It is concluded that dexmedetomidine-based protocols constitute effective and safe alternatives for the anesthetic management of aggressive cats, promoting smoother recovery and improved animal welfare.

KEYWORDS: BALANCED ANESTHESIA, MULTIMODAL ANALGESIA, PHYSIOLOGICAL STABILITY, ANIMAL WELFARE, FELINE SEDATION.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La cirugía de esterilización en gatos, tanto orquiectomía como ovariectomía, es uno de los procedimientos más comunes en medicina veterinaria de animales de compañía, siendo clave para el control poblacional, la prevención de patologías reproductivas y la promoción del bienestar animal (Levy et al., 2014). Sin embargo, el manejo de felinos con temperamento agresivo supone un desafío clínico, ya que aumenta el riesgo de accidentes durante la captura y manipulación, además de complicaciones anestésicas y perioperatorias (Simon & Steagall, 2020). Estos factores justifican la necesidad de protocolos anestésicos especialmente diseñados para este tipo de pacientes.

En gatos, la inducción anestésica debe lograrse con rapidez y seguridad, pues la manipulación prolongada incrementa el nivel de estrés y puede alterar parámetros fisiológicos básicos, comprometiendo la estabilidad del paciente (Fernandez-Parra et al., 2017). Estudios recientes destacan que la elección adecuada de fármacos y dosis es crucial no solo para lograr una anestesia equilibrada, sino también para garantizar una recuperación estable, con mínimo riesgo de efectos adversos cardiovasculares o respiratorios (Panprom et al., 2024; Redondo, Martínez-Taboada, et al., 2024). Este aspecto cobra mayor importancia en gatos ferales o malhumorados, en los cuales la evaluación clínica previa suele ser limitada.

La comparación de protocolos anestésicos resulta particularmente valiosa, ya que permite determinar combinaciones farmacológicas que ofrezcan una sedación eficaz, analgesia adecuada y relajación muscular suficiente, reduciendo al mínimo la incidencia de efectos colaterales (Fernandez-Parra et al., 2017). Protocolos que combinan agentes como ketamina, dexmedetomidina, opioides, propofol o alfaxalona han sido ampliamente evaluados en felinos y muestran diferentes efectos cardiorrespiratorios y perfiles de recuperación según las combinaciones y las dosis

utilizadas (Guo et al., 2024; Rodrigo-Mocholí et al., 2016). Estudios experimentales y ensayos clínicos en gatos han demostrado que la adición de agonistas α_2 , como la dexmedetomidina, o de opioides puede mejorar la sedación y reducir las dosis inductoras necesarias de agentes como propofol o alfaxalona, lo que a su vez puede disminuir ciertos riesgos cardiovasculares y respiratorios asociados a la anestesia (Campagna et al., 2015; Marangoni et al., 2023; Sanches et al., 2022).

Sin embargo, la mayor parte de la evidencia procede de poblaciones de gatos sanos o pacientes rutinarios; existe escasez de estudios específicamente diseñados para poblaciones difíciles de manejar o felinos agresivos, lo que deja vacíos de conocimiento relevantes para la práctica clínica en este tipo de pacientes. Las guías clínicas, como las AAFP/ISFM *Feline Anaesthesia Guidelines*, reconocen esta limitación y enfatizan la necesidad de adaptar protocolos a gatos con temperamento difícil o comportamiento agresivo (Robertson et al., 2018).

En América Latina y particularmente en Ecuador, la información científica disponible sobre protocolos anestésicos comparativos en felinos es escasa, y la mayoría de reportes se enfocan en analgesia posquirúrgica o anestesia en caninos (Huayta Huanca, 2016). Esta carencia de estudios locales limita la posibilidad de aplicar protocolos basados en evidencia en el contexto de la medicina veterinaria nacional. Por ello, el desarrollo de investigaciones comparativas en gatos con temperamento agresivo permitirá adaptar y validar esquemas anestésicos a las condiciones clínicas y farmacológicas disponibles en el país.

De esta manera, el presente estudio pretende aportar conocimiento científico aplicado a la anestesiología veterinaria, fortaleciendo la seguridad y eficacia de los procedimientos quirúrgicos de esterilización en gatos con temperamento difícil. Los resultados esperados no solo beneficiarán a la práctica clínica, sino que también constituirán un aporte a la literatura especializada, contribuyendo al bienestar animal y a la formación de protocolos de referencia para el manejo anestésico de felinos en entornos clínicos y de control poblacional.

1.2. Justificación

Los gatos con temperamento agresivo presentan un mayor riesgo anestésico debido a la respuesta neuroendocrina inducida por el estrés, la dificultad para realizar la valoración clínica y la posibilidad de desarrollar alteraciones cardiovasculares y respiratorias durante el período perioperatorio (Robertson et al., 2018; Simon y Steagall, 2020). La selección de protocolos de anestesia balanceada permite reducir las dosis individuales de los fármacos, mejorar la estabilidad hemodinámica y favorecer una recuperación más segura (Sanches et al., 2022; Stabile et al., 2025).

Diversos estudios han demostrado la utilidad de combinaciones que incluyen dexmedetomidina, ketamina y otros agentes sedantes; sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado en gatos clínicamente sanos y existe escasa evidencia enfocada específicamente en pacientes agresivos (Law et al., 2025; Pereira et al., 2025). Además, en Ecuador la información científica sobre protocolos anestésicos comparativos en felinos es limitada, lo que dificulta la implementación de esquemas terapéuticos sustentados en evidencia.

En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia clínica y científica, ya que permite comparar diferentes alternativas anestésicas empleadas en procedimientos de esterilización, aportando información útil para optimizar la seguridad anestésica, mejorar el control del dolor y favorecer el bienestar animal. Asimismo, los resultados constituyen una referencia para la práctica veterinaria nacional y para futuros estudios en anestesiología felina.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Comparar la eficacia y seguridad de tres protocolos anestésicos en gatos con temperamento agresivo sometidos a orquitectomía y ovariectomía.

1.3.2. Específicos

- a. Comparar los parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal y presión arterial) en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos, con el fin de identificar el protocolo que mantenga mayor estabilidad fisiológica durante el período anestésico.
- b. Evaluar la calidad de la sedación, inducción, mantenimiento y recuperación anestésica en gatos con temperamento agresivo mediante el uso de escalas clínicas estandarizadas, para determinar el desempeño anestésico de cada uno de los protocolos seleccionados.
- c. Determinar el efecto analgésico de los protocolos anestésicos durante el período postoperatorio mediante la aplicación de la Feline Grimace Scale, a fin de comparar la eficacia del control del dolor entre los tratamientos evaluados

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Diversos estudios recientes han evaluado la eficacia y seguridad de protocolos sedativos y anestésicos en gatos, especialmente en procedimientos clínicos y quirúrgicos de corta duración. Estas investigaciones muestran evidencias sobre la necesidad de un enfoque balanceado en la aplicación de la anestesia y sedación felina, de modo de lograr la inmovilización eficiente del paciente que asegure la estabilidad cardiorrespiratoria y una recuperación segura. En este sentido, los estudios analizados permiten identificar las combinaciones farmacológicas capaces de producir una sedación más profunda, con menor frecuencia de ocurrencia de eventos adversos, especialmente bradicardia, hipotermia, alteraciones en la saturación de oxígeno o recuperaciones prolongadas.

Uno de los grupos farmacológicos más estudiados corresponde a los agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos, particularmente la dexmedetomidina, debido a su potente efecto sedante y analgésico. En este sentido, varios autores incluyendo a Pypendop et al. (2025), Pal et al. (2025), Stabile et al. (2025), Law et al. (2025) e Imboden et al. (2023) coinciden en que la dexmedetomidina muestra mejoras en la calidad de la sedación, reduciendo la necesidad de uso de otros anestésicos; sin embargo, por otro lado, reportan que su uso se asocia con efectos cardiovasculares previsibles, principalmente bradicardia, vasoconstricción e incremento de la presión arterial. Esto demuestra que la eficacia de la dexmedetomidina, pero su eficiencia y seguridad va a depender del uso de dosis adecuadas, así como la combinación farmacológica y selección de la vía de administración correctas, acompañado del monitoreo fisiológico durante el procedimiento.

Al comparar los estudios, se observa que la adición de coadyuvantes puede modificar la seguridad de los protocolos basados en dexmedetomidina. Pypendop et al. (2025) y Law et al. (2025) destacan el uso de vatinoxan como antagonista periférico $\alpha 2$ -

adrenérgico y es capaz de disminuir la bradicardia y la hipertensión asociadas a la dexmedetomidina, sin llegar a comprometer la calidad de la sedación de manera significativa. Estos resultados son contrastantes con protocolos donde se emplea dexmedetomidina sin vatinoxan, en los cuales la eficacia sedativa puede ser alta, pero existe una mayor probabilidad de alteraciones hemodinámicas.

En relación con la ketamina, varios autores han demostrado los beneficios de su inclusión dentro de los protocolos de anestesia balanceada, debido a su capacidad para inmovilizar al paciente y mantener cierto soporte simpático. Pal et al. (2025) observaron que la combinación dexmedetomidina-ketamina produjo una inducción más rápida y un periodo anestésico más prolongado frente a otras combinaciones, mientras que Imboden et al. (2023) señalaron que el uso de ketamina en dosis bajas, combinada con dexmedetomidina y butorfanol, permite alcanzar sedación profunda con menor riesgo de que existan efectos adversos. Sin embargo, estos estudios también demostraron que el beneficio del uso de la ketamina depende del ajuste de la dosis y de la correcta combinación con fármacos sedantes o analgésicos adecuados, ya que su uso aislado o en dosis elevadas puede asociarse con recuperaciones menos suaves o mayor excitación durante el periodo posanestésico.

Otros protocolos han estado enfocados en la evaluación de otros fármacos alternativos al uso de la ketamina o combinaciones destinadas a mejorar la recuperación. De esta forma, Poele te et al. (2025) compararon el uso de alfaxalona y ketamina en protocolos combinados con midazolam y metadona, encontrando que ambos esquemas fueron eficaces para lograr sedación profunda, aunque la alfaxalona mostró una tendencia hacia una recuperación más predecible y suave. Contrario a esto, Shin et al. (2024) reportaron que la combinación tiletamina-zolazepam, ketamina y xilacina permitió conseguir una inducción rápida con un tiempo de duración suficiente para realizar cirugías masivas de esterilización, aunque el tiempo de recuperación fue más prolongado en comparación con protocolos donde se incorporó el uso de $\alpha 2$ -agonistas modernos.

Por otro lado, la aplicación de protocolos de analgesia multimodal es otra tendencia que muestra resultados positivos. Corrêa et al. (2021) y Moser et al. (2020) mostraron evidencias sobre las ventajas del uso de analgésicos coadyuvantes en la mejora del confort posoperatorio puesto que reduce la necesidad de analgesia de rescate. Por una parte, Corrêa et al. (2021) demostraron que las infusiones de maropitant, lidocaína y ketamina, especialmente en combinación, reducen los puntajes de dolor en gatas sometidas a ovariectomía. Por su parte, Moser et al. (2020) observaron que la buprenorfina ofreció una analgesia más prolongada que el butorfanol en gatos sometidos a orquiectomía, sin compromiso de la seguridad hemodinámica.

En concordancia con estos hallazgos, Robertson et al. (2018) señalaron que la anestesia segura en gatos debe estar basada en la aplicación de protocolos multimodales con el debido ajuste de las dosis, el monitoreo constante y reducción del estrés perianestésico. De acuerdo con esta perspectiva, los hallazgos de los estudios experimentales y clínicos resaltan la necesidad de que los protocolos de sedación deben asegurar una inmovilización efectiva del paciente y, a la par, deben garantizar la estabilidad de la frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura corporal, presión arterial, para lo cual es preponderante que se hagan monitoreos continuos de la profundidad de sedación, calidad de recuperación y presencia de eventos adversos.

De manera general, estos estudios ponen en evidencia que no existe un protocolo único ideal para todos los pacientes felinos. Las combinaciones con dexmedetomidina suelen ofrecer condiciones superiores de sedación y analgesia, pero requieren una vigilancia continua debido a que pueden producir efectos cardiovasculares. Por otra parte, los esquemas basados en el uso de ketamina o tiletamina-zolazepam pueden ser mostrar mayores beneficios en cuanto a su eficacia y rápida acción, pero pueden presentar limitaciones en la recuperación. Por último, las alternativas enfocadas en el uso de alfaxalona y los protocolos multimodales con opioides o coadyuvantes analgésicos muestran ventajas en la calidad de recuperación y control del dolor.

2.2. Fundamentación científica

2.2.1. Características fisiológicas y comportamentales del gato doméstico

2.2.1.1. Sistema circulatorio y respiratorio y su relación con el uso de anestésicos y sedantes.

Con relación al sistema cardiovascular felino muestra una alta sensibilidad a las variaciones del tono simpático y parasimpático. En condiciones fisiológicas normales, la frecuencia cardíaca oscila entre 140 y 220 latidos por minuto; sin embargo, el estrés asociado al manejo y la hospitalización puede producir incrementos importantes debido a la liberación de catecolaminas. Además, los gatos presentan una menor reserva cardiovascular y una elevada prevalencia de cardiomiopatías subclínicas, especialmente la cardiomiopatía hipertrófica. Debido a ello, las alteraciones moderadas de la frecuencia cardíaca o de la presión arterial pueden traducirse en una disminución de la perfusión tisular y comprometer la estabilidad del paciente durante el procedimiento anestésico. Por ello, las guías de anestesia felina recomiendan mantener una monitorización constante de la frecuencia cardíaca, presión arterial y oxigenación para reducir el riesgo de complicaciones perioperatorias (Robertson et al., 2018).

Diversos agentes anestésicos producen efectos cardiovasculares cuya magnitud es dependiente de la dosis. El propofol, por ejemplo, disminuye la contractilidad miocárdica y la presión arterial, mientras que la ketamina genera un incremento del tono simpático y puede aumentar la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Estas respuestas opuestas constituyen la base fisiológica de la anestesia balanceada, que busca combinar fármacos con mecanismos de acción complementarios para minimizar sus efectos adversos individuales (Marangoni et al., 2023).

Desde el punto de vista respiratorio, los felinos poseen un volumen pulmonar relativamente reducido y una elevada relación superficie corporal-peso, factores que favorecen pérdidas rápidas de calor y aumentan la susceptibilidad a alteraciones ventilatorias durante la anestesia. Adicionalmente, el uso de anestésicos y sedantes

produce depresión del centro respiratorio, disminuyendo la frecuencia respiratoria y el volumen de aire y, como consecuencia, puede presentarse hipoventilación, hipercapnia e hipoxemia, especialmente durante procedimientos prolongados o cuando se utilizan combinaciones de múltiples fármacos depresores del sistema nervioso central (Marangoni et al., 2023).

En los gatos, la apnea transitoria y la reducción de la saturación de oxígeno constituyen complicaciones relativamente frecuentes durante la inducción anestésica. Además, debido a su menor capacidad funcional residual, presentan una mayor predisposición al desarrollo de atelectasias y alteraciones del intercambio gaseoso. Estas características justifican la necesidad de monitorizar permanentemente la frecuencia respiratoria y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría, así como disponer de oxigenoterapia suplementaria durante todo el período anestésico (Robertson et al., 2018).

2.2.1.2. Metabolismo hepático y eliminación de fármacos.

Los felinos evolucionaron como carnívoros estrictos y, como consecuencia, presentan deficiencias en determinadas enzimas hepáticas involucradas en las reacciones de conjugación, particularmente en las vías de glucuronidación, lo que disminuye la velocidad de eliminación de algunos medicamentos y explican su sensibilidad a diversos compuestos farmacológicos (Court, 2013).

La actividad de ciertas isoenzimas de la UDP-glucuronosiltransferasa (UGT), especialmente UGT1A6, es considerablemente menor en los felinos que en perros y humanos. Esta condición limita la capacidad para metabolizar compuestos fenólicos y determinados fármacos anestésicos y analgésicos y, como consecuencia, algunos medicamentos presentan vidas medias prolongadas y mayor riesgo de acumulación y efectos adversos (Susi et al., 2025). En este sentido, numerosos agentes anestésicos. Benzodiacepinas, opioides y agonistas α_2 son metabolizados predominantemente por vías hepáticas, mientras que, un número menor de compuestos también experimentan metabolismo extrahepático. En el caso del propofol, se ha demostrado que, además del

metabolismo hepático, existen mecanismos extrahepáticos que contribuyen a su depuración, lo que explica su rápida eliminación y recuperación relativamente corta cuando se administra en dosis adecuadas (Griffenhagen et al., 2015).

Además de las enzimas hepáticas, la glicoproteína P (P-gp), una proteína transportadora que se expresa en el epitelio intestinal, hígado y barrera hematoencefálica, participa activamente en la distribución y excreción de numerosos medicamentos, limitando la acumulación de determinados fármacos y favoreciendo su eliminación biliar (Mealey & Burke, 2025). Con base en estas características metabólicas es necesario evaluar el uso de dosis específicas en felinos, respaldando el principio de la aplicación de protocolos de anestesia balanceada, en la cual la combinación de diferentes agentes permite reducir las dosis individuales y disminuir la probabilidad de efectos adversos.

2.2.1.3. Termorregulación y susceptibilidad a la hipotermia.

La hipotermia perioperatoria constituye una de las complicaciones más frecuentes durante la anestesia en gatos, debido a la combinación de varios factores fisiológicos propios de la especie, entre ellos su reducido tamaño corporal y la elevada relación superficie corporal-peso, que favorecen una rápida pérdida de calor por radiación, conducción y evaporación (Robertson et al., 2018).

La anestesia general altera los mecanismos normales de termorregulación mediante la depresión del sistema nervioso central y la vasodilatación periférica inducida por numerosos anestésicos. Como resultado, disminuye la producción de calor y se incrementan las pérdidas térmicas, provocando descensos progresivos de la temperatura corporal (Robertson et al., 2018).

La hipotermia puede generar múltiples consecuencias fisiopatológicas, entre las que destacan: bradicardia y disminución del gasto cardíaco, depresión respiratoria, reducción del metabolismo y eliminación de fármacos, prolongación del tiempo de recuperación anestésica, incremento del consumo de oxígeno durante el temblor

postoperatorio y alteraciones inmunológicas y retraso en la cicatrización de los tejidos (Robertson et al., 2018).

2.2.2. Temperamento agresivo en felinos

Los gatos domésticos presentan características conductuales particulares derivadas de su evolución como cazadores solitarios y de su marcada territorialidad, lo que los convierte en una de las especies domésticas más susceptibles al estrés asociado con la manipulación y los cambios ambientales. Por ello, la manipulación durante el transporte, la hospitalización, la restricción física y la presencia de estímulos desconocidos, pueden ser interpretadas como amenazas, provocando respuestas como miedo, ansiedad y agresividad, lo que representa un gran desafío para el manejo clínico y anestésico, especialmente en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos (Ellis, 2022).

2.2.2.1. Estrés y respuesta neuroendocrina.

Ante la percepción de una situación amenazante, los felinos activan una serie de mecanismos neuroendocrinos con el fin de preservar la homeostasis y aumentar las probabilidades de supervivencia. La respuesta inicial involucra la estimulación del sistema nervioso simpático y del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, generando cambios fisiológicos que forman parte del denominado mecanismo de "lucha o huida" (Hernández-Avalos et al., 2021). La activación del sistema simpático produce la liberación de adrenalina y noradrenalina desde la médula suprarrenal, provocando un incremento de la frecuencia cardíaca, aumento de la presión arterial, elevación de la frecuencia respiratoria, midriasis y movilización de reservas energéticas. Estas modificaciones fisiológicas explican las alteraciones observadas con frecuencia en gatos agresivos durante la consulta veterinaria, donde es común encontrar valores de frecuencia cardíaca y presión arterial superiores a los rangos fisiológicos debido exclusivamente al estrés inducido por la manipulación (Caney et al., 2022) (Fig. 1).

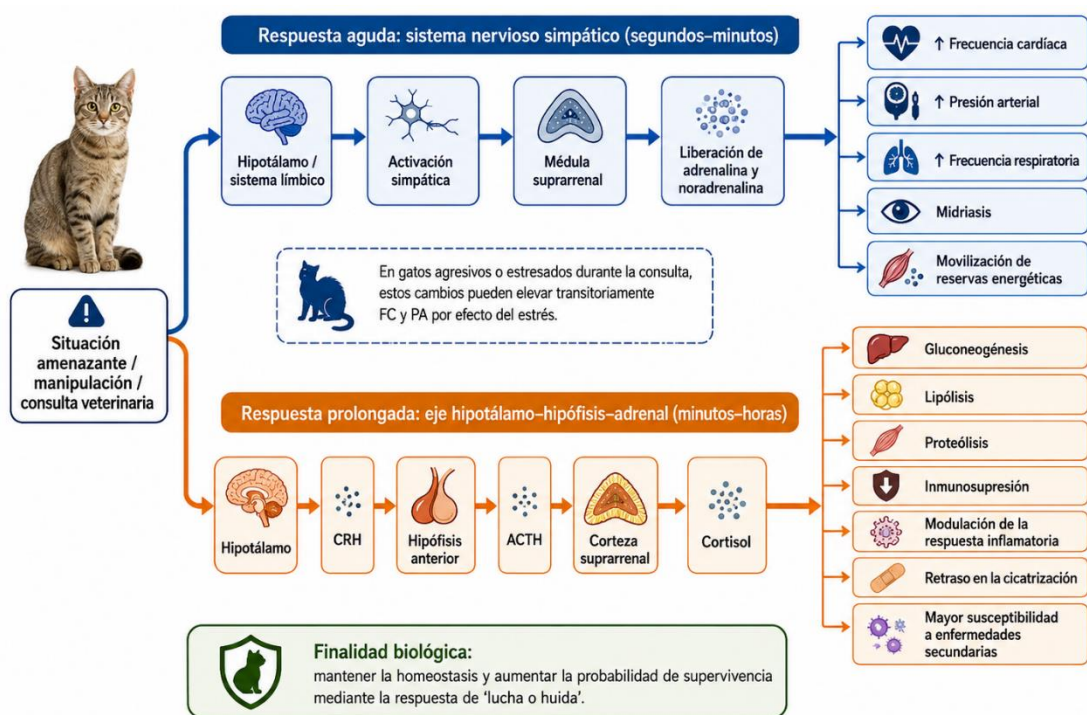


Figura 1. Mecanismos neuroendocrinos de la respuesta al estrés en felinos: activación simpática y eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Fuentes: (Amat et al., 2016; Caney et al., 2022; Hernández-Avalos et al., 2021).

Cuando el estímulo estresante se prolonga, entra en funcionamiento el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal para la liberación de la corticotropina (CRH) por el hipotálamo, la cual estimula la secreción de hormona adrenocorticotropa (ACTH) por la hipófisis anterior, induciendo posteriormente la producción de cortisol por la corteza suprarrenal. Esta serie de eventos induce la gluconeogénesis, la lipólisis y la proteólisis, además de ejercer efectos inmunosupresores y modificar la respuesta inflamatoria, por lo que, su activación prolongada se ha asociado con retrasos en la cicatrización, alteraciones inmunológicas y una mayor susceptibilidad a enfermedades secundarias (Amat et al., 2016).

Durante el período perioperatorio, la respuesta neuroendocrina puede intensificarse debido al dolor, la ansiedad y el trauma quirúrgico y, bajo estas circunstancias, ocurre un incremento en la concentración plasmática de catecolaminas, cortisol y diversos

mediadores inflamatorios, entre ellos las interleucinas IL-1 e IL-6 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), los cuales contribuyen al desarrollo de alteraciones metabólicas y hemodinámicas que pueden comprometer la estabilidad anestésica del paciente (Jeong et al., 2024). Estudios recientes han demostrado que los agonistas α 2-adrenérgicos, especialmente la dexmedetomidina, son capaces de atenuar la respuesta neuroendocrina al estrés mediante la disminución de la liberación de catecolaminas y cortisol, favoreciendo una mayor estabilidad cardiovascular y una mejor calidad anestésica en gatos sometidos a procedimientos quirúrgicos (Law et al., 2025; Stabile et al., 2025).

Por ello, el manejo inapropiado, tales como restricción física excesiva, inmovilización forzada y exposición continua a estímulos desconocidos constituye uno de los principales factores desencadenantes de agresividad en la especie (Ellis, 2022). Desde el punto de vista fisiológico, el estrés asociado a un manejo inadecuado puede producir taquicardia, hipertensión arterial, taquipnea, hiperglucemia transitoria e hipertermia, las cuales pueden interferir con la interpretación de los parámetros clínicos y conducir a errores diagnósticos o a una sobreestimación del estado cardiovascular del paciente. Asimismo, se ha demostrado que el incremento sostenido de cortisol puede aumentar la sensibilidad al dolor y retrasar la recuperación postoperatoria (Amat et al., 2016).

Debido a ello, las estrategias modernas aplicadas en medicina de felinos recomiendan la aplicación de técnicas de manejo con bajo estrés, que conlleven a reducir la estimulación sensorial y minimizar las restricciones físicas. La utilización de sedación química temprana en gatos de difícil manipulación constituye actualmente una de las principales herramientas para disminuir el estrés y mejorar tanto la seguridad del animal como la del personal veterinario (Ellis, 2022).

2.2.2.2. Riesgos perioperatorios asociados a gatos agresivos.

Los pacientes felinos con temperamento agresivo presentan un riesgo anestésico superior debido a las alteraciones fisiológicas inducidas por el estrés y a las dificultades inherentes a su manejo clínico. La exploración física, la obtención de muestras

sanguíneas, la colocación de catéteres intravenosos y la monitorización preanestésica con frecuencia son dificultadas, aumentando la probabilidad de que algunas patologías no sean detectadas antes del procedimiento quirúrgico (Robertson et al., 2018).

La intensa activación simpática que acompaña al miedo y la agresividad favorece la aparición de taquicardia, hipertensión arterial y un incremento del consumo miocárdico de oxígeno, lo cual es relevante en felinos que se caracterizan por la elevada prevalencia de cardiomiopatías subclínicas que, pueden predisponer a la aparición de arritmias y comprometer la estabilidad hemodinámica durante la anestesia (Panprom et al., 2024).

Asimismo, la excitación y la resistencia durante la inducción anestésica suelen incrementar la necesidad de uso de productos farmacológicos y prolongar los tiempos de inducción y recuperación, lo que, en conjunto, favorecen la aparición de hipoxemia, hipotermia, alteraciones respiratorias y recuperaciones agitadas, aumentando la incidencia de complicaciones perioperatorias (Redondo et al., 2024).

Adicionalmente, la respuesta inflamatoria y neuroendocrina asociada al estrés también puede contribuir a una mayor percepción del dolor y a un incremento de los requerimientos analgésicos durante el período postoperatorio, lo que sustenta la necesidad de utilizar protocolos anestésicos balanceados que sean capaces de proporcionar sedación adecuada y una analgesia multimodal eficaz (Simon & Steagall, 2020; Steagall et al., 2025).

2.2.3. Bases de la anestesia balanceada en gatos

Los procedimientos de ovariectomía y orquiectomía están incluidas entre las intervenciones quirúrgicas más frecuentes en la práctica de pequeños animales y, aunque son consideradas cirugías de rutina, estas implican la producción de estímulos nociceptivos que desencadenan respuestas neuroendocrinas y cardiovasculares importantes, especialmente en pacientes con elevados niveles de estrés o temperamento agresivo.

En consecuencia, la anestesia es usada como una estrategia para proporcionar sedación del paciente para facilitar su manipulación, inducir un plano anestésico suficiente para permitir la realización del procedimiento quirúrgico, garantizar una analgesia efectiva antes, durante y después de la cirugía y preservar la estabilidad cardiovascular y respiratoria durante todo el período perioperatorio. Asimismo, se aplica para lograr la recuperación rápida, tranquila y libre de dolor, minimizando la incidencia de complicaciones postoperatorias y favoreciendo el bienestar animal (Robertson et al., 2018).

En gatos agresivos o difíciles de manipular, la sedación preanestésica permite disminuir la respuesta al estrés, facilitar la colocación de catéteres intravenosos y reducir los riesgos asociados con la contención física. Por esta razón, las tendencias actuales relacionadas con la anestesia felina recomiendan el empleo de protocolos balanceados que proporcionen sedación, analgesia y estabilidad fisiológica desde las etapas iniciales del manejo del paciente (Simon & Steagall, 2020).

La técnica de anestesia balanceada consiste en la administración combinada de diferentes agentes anestésicos y analgésicos con mecanismos de acción complementarios, con el propósito de producir inconsciencia, analgesia y relajación muscular adecuadas, manteniendo al mismo tiempo la estabilidad fisiológica del paciente y minimizando la incidencia de efectos adversos. Este enfoque es especialmente importante en los felinos, debido a las particularidades fisiológicas y metabólicas de la especie, así como a su mayor susceptibilidad a las complicaciones anestésicas (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020).

Esta técnica se fundamenta en la imposibilidad de que un fármaco por sí solo no es capaz de proporcionar todos los componentes deseables durante la anestesia general sin generar efectos secundarios importantes. Por ello, la combinación racional de agentes sedantes, hipnóticos, analgésicos y relajantes musculares permite obtener una anestesia más segura, aprovechando las ventajas individuales de cada medicamento y compensando sus limitaciones farmacológicas (Stabile et al., 2025).

La anestesia balanceada comprende cuatro componentes fundamentales: hipnosis, analgesia, relajación muscular y estabilidad cardiovascular, cuyos efectos determinan la calidad del procedimiento anestésico y de la recuperación postoperatoria.

La hipnosis se refiere al estado reversible de pérdida de conciencia inducida mediante el uso de fármacos que permiten la realización del procedimiento quirúrgico sin percepción consciente de los estímulos externos. En medicina felina, la hipnosis puede ser alcanzada mediante diferentes agentes anestésicos, entre ellos propofol, alfaxalona, ketamina y combinaciones de agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos con otros fármacos, que evitan los movimientos involuntarios y respuestas al estímulo quirúrgico, sin provocar una depresión excesiva de las funciones cardiorrespiratorias (Law et al., 2025).

La analgesia constituye uno de los pilares esenciales de la anestesia balanceada y debe ser establecida desde el período preoperatorio y mantenerse durante todas las fases del procedimiento mediante el empleo de estrategias multimodales que incluyan opioides, agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos, antagonistas de los receptores NMDA y otros agentes coadyuvantes. Este procedimiento evita el dolor quirúrgico que desencadena una intensa respuesta neuroendocrina caracterizada por la liberación de catecolaminas y cortisol, que puede comprometer la estabilidad cardiovascular y favorecer la sensibilización central y el desarrollo de dolor postoperatorio (Steagall et al., 2025).

La relajación de la musculatura esquelética facilita la manipulación de los tejidos, mejora las condiciones operatorias y disminuye la necesidad de incrementar las dosis de anestésicos generales. En los felinos, este efecto puede obtenerse mediante benzodiacepinas, agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos y otros fármacos utilizados en los protocolos balanceados (Simon & Steagall, 2020).

Por último, las alteraciones cardiovasculares inducidas por la aplicación de anestésicos generales deben ser evitadas, principalmente en felinos que son caracterizados por la elevada prevalencia de cardiopatías subclínicas. Por ello, la selección de protocolos anestésicos debe estar orientada a preservar la perfusión tisular y mantener los

parámetros hemodinámicos dentro de límites fisiológicos aceptables (Panprom et al., 2024; Pereira et al., 2025).

Una de las principales ventajas de la anestesia balanceada es la reducción de las dosis individuales de cada medicamento, puesto que, el uso sinérgico de varios fármacos posibilita alcanzar el mismo efecto anestésico con menores concentraciones de cada uno de ellos, disminuyendo así la probabilidad de toxicidad y de efectos secundarios indeseables (Simon & Steagall, 2020). La interacción entre los diferentes medicamentos produce además un efecto ahorrador o efecto "*sparing*", mediante el cual la administración de sedantes y analgésicos permite reducir significativamente los requerimientos de agentes inductores y anestésicos de mantenimiento. Estudios recientes han demostrado que la incorporación de dexmedetomidina en protocolos anestésicos para gatos sometidos a ovariectomía disminuye las dosis necesarias de propofol y mejora la estabilidad cardiorrespiratoria durante el procedimiento (Sanches et al., 2022). De manera similar, diferentes combinaciones que incluyen ketamina y agonistas α_2 -adrenérgicos han demostrado proporcionar una anestesia eficaz con menores requerimientos de otros anestésicos generales (Law et al., 2025; Stabile et al., 2025).

Otra ventaja importante derivada del uso de la anestesia balanceada es que permite disminuir la probabilidad de que ocurra depresión cardiovascular y respiratoria, reducir las fluctuaciones hemodinámicas y favorecer recuperaciones más rápidas y tranquilas (Panprom et al., 2024; Redondo et al., 2024).

Adicionalmente, la analgesia multimodal reduce la sensibilización periférica y central al dolor, mejorando el confort postoperatorio y disminuyendo la necesidad de analgesia de rescate, lo cual es relevante en procedimientos como la ovariectomía, en los cuales la intensidad del estímulo nociceptivo puede variar considerablemente entre pacientes (Steagall et al., 2025).

2.2.4. Características farmacológicas de los productos evaluados

2.2.4.1. Dexmedetomidina.

La dexmedetomidina es un agonista altamente selectivo de los receptores α_2 -adrenérgicos, cuya afinidad por este tipo de receptores es considerablemente superior a la de otros agonistas dentro de esta familia, lo que le confiere una mayor especificidad farmacológica y una menor incidencia de efectos secundarios relacionados con la activación de receptores α_1 -adrenérgicos (Law et al., 2025).

La acción sedante de la dexmedetomidina se produce principalmente a nivel del locus *coeruleus*, localizado en el tronco encefálico. La estimulación de los receptores α_2 presinápticos inhibe la liberación de noradrenalina y reduce la actividad neuronal simpática, generando un estado de sedación similar al sueño fisiológico. Paralelamente, la activación de receptores α_2 en la médula espinal produce una disminución de la transmisión nociceptiva, proporcionando analgesia somática y visceral, lo que lo convierte en un componente importante dentro de los protocolos de anestesia balanceada y analgesia multimodal (Simon & Steagall, 2020).

La reducción del tono simpático inducida por este fármaco induce la estimulación de receptores α_2 periféricos que desencadena la vasoconstricción y un incremento transitorio de la resistencia vascular sistémica. Como respuesta refleja, se genera una bradicardia refleja (disminución de la frecuencia cardíaca) y posteriormente, predomina el efecto central simpaticolítico, caracterizado por una disminución del gasto cardíaco y una reducción moderada de la presión arterial. A pesar de estas alteraciones hemodinámicas, diversos estudios han demostrado que la perfusión tisular suele mantenerse dentro de límites adecuados en animales clínicamente sanos (Pereira et al., 2025).

Una de las principales ventajas de la dexmedetomidina es la posibilidad de revertir sus efectos mediante la administración de atipamezol, un antagonista selectivo de los receptores α_2 -adrenérgicos que permite una recuperación rápida y predecible,

reduciendo significativamente los tiempos de recuperación y facilitando el manejo postoperatorio (Stabile et al., 2025).

2.2.4.2. Xilacina.

La xilacina pertenece al grupo de los agonistas α_2 -adrenérgicos y fue uno de los primeros fármacos de esta familia introducidos en medicina veterinaria. Aunque comparte mecanismos de acción similares con la dexmedetomidina, la xilacina presenta una menor selectividad por los receptores α_2 , lo que la hace menos potente y menos eficiente en el mantenimiento de las condiciones cardiovasculares (Qader et al., 2025). Esto podría traducirse en una mayor incidencia de efectos adversos y una recuperación menos predecible, sin embargo, es frecuentemente utilizado debido a su disponibilidad y bajo costo, especialmente en programas de esterilización y procedimientos ambulatorios (Colbert et al., 2026).

La sedación y la analgesia producidas por la xilacina son consecuencia de la inhibición de la liberación de noradrenalina en el sistema nervioso central y, además de sus efectos sedantes, la xilacina proporciona cierto grado de relajación muscular y analgesia visceral, características que justifican su inclusión en protocolos anestésicos para procedimientos quirúrgicos de corta duración.

La administración de este fármaco produce bradicardia, disminución del gasto cardíaco y aumento de la resistencia vascular periférica. También se han descrito alteraciones del ritmo cardíaco y bloqueos auriculoventriculares transitorios, especialmente cuando se utilizan dosis elevadas o en combinación con otros agentes depresores cardiovasculares (Panprom et al., 2024).

2.2.4.3. Ketamina.

La ketamina es un anestésico disociativo derivado de la fenciclidina cuyo principal mecanismo de acción consiste en el antagonismo no competitivo de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) y su inhibición reduce la transmisión excitatoria mediada

por el glutamato y bloquea los mecanismos responsables de la sensibilización central al dolor (Marangoni et al., 2023).

La característica más distintiva de la ketamina es la inducción de un estado de anestesia disociativa, en el cual se produce una desconexión funcional entre las estructuras talamocorticales y el sistema límbico. Los animales mantienen algunos reflejos, aunque permanecen inconscientes y sin percepción consciente del entorno. Además de sus propiedades anestésicas, la ketamina proporciona analgesia frente al dolor somático y a los procesos asociados con sensibilización central (Simon & Steagall, 2020).

A diferencia de la mayoría de los anestésicos generales, la ketamina ejerce efectos simpaticomiméticos indirectos debido a la inhibición de la recaptación neuronal de catecolaminas. Como consecuencia, puede producir incremento en la frecuencia cardíaca, presión arterial y gasto cardíaco, lo cual puede ser útil para contrarrestar la depresión cardiovascular inducida por otros agentes anestésicos; sin embargo, también puede representar una limitación en pacientes con enfermedades cardíacas o hipertensión preexistente (Panprom et al., 2024).

En la práctica clínica, la ketamina rara vez se administra como único agente anestésico, debido a que produce una relajación muscular deficiente y puede ocasionar recuperaciones agitadas. Por ello, se combina habitualmente con benzodiacepinas o agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos, con el fin de obtener una anestesia más equilibrada y mejorar la calidad de la recuperación (Law et al., 2025).

2.2.4.4. Benzodiacepinas.

Las benzodiacepinas, que incluyen el diazepam y el midazolam, constituyen un grupo de fármacos ampliamente utilizados en anestesiología veterinaria debido a sus propiedades ansiolíticas, sedantes y relajantes musculares. Su mecanismo de acción consiste en potenciar la actividad inhibitoria del ácido gamma-aminobutírico (GABA) mediante la unión a los receptores GABA-A, lo que incrementa la apertura de los canales de cloro y disminuye la excitabilidad neuronal, produciendo sedación y

relajación muscular sin provocar una depresión cardiovascular significativa (Simon & Steagall, 2020).

El diazepam se caracteriza por su potente acción anticonvulsivante y relajante muscular, aunque su baja solubilidad representa una limitante dependiendo de la vía de administración, mientras que el midazolam tiene mayor hidrosolubilidad y una absorción, facilitándose su administración por vía intramuscular y su combinación con otros anestésicos.

Las benzodiacepinas proporcionan relajación muscular y reducen la excitación inducida por ketamina en los protocolos anestésicos, mejorando la calidad de la inducción y la recuperación anestésica y permitiendo además la reducción de las dosis requeridas de otros agentes hipnóticos y analgésicos. Además, son consideradas fármacos útiles en pacientes geriátricos, debilitados o con compromiso hemodinámico debido a su escasa repercusión cardiovascular (Steagall et al., 2025).

2.2.4.5. Tiletamina-zolazepam.

La combinación tiletamina-zolazepam corresponde a una formulación comercial que aprovecha el efecto de un anestésico disociativo y una benzodiacepina en proporciones equivalentes. La tiletamina es un antagonista de los receptores NMDA con propiedades farmacológicas similares a las de la ketamina, mientras que el zolazepam actúa como agonista del sistema GABA-A, proporcionando sedación y relajación muscular (Risi et al., 2026).

La combinación de ambos principios activos permite obtener una anestesia caracterizada por rápida inducción, adecuada analgesia y buena relajación muscular. Asimismo, la acción ansiolítica del zolazepam contribuye a disminuir la incidencia de excitación y a mejorar la calidad de la recuperación, compensando algunas de las limitaciones asociadas con la anestesia disociativa pura (Khokhlova et al., 2022).

En gatos difíciles de manejar, feroces o con temperamento agresivo, la combinación tiletamina-zolazepam ha demostrado ser particularmente útil debido a la posibilidad de administrarse por vía intramuscular y a su rápida acción sedante. Estas características facilitan la manipulación inicial del paciente y reducen el estrés asociado a la contención física, mejorando tanto el bienestar animal como la seguridad del personal veterinario (Shin et al., 2024).

Estudios recientes han demostrado que la asociación de tiletamina-zolazepam con agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos produce una sedación profunda y una adecuada estabilidad fisiológica durante procedimientos quirúrgicos de corta duración, constituyendo una alternativa eficaz para la anestesia de gatos sometidos a campañas de esterilización o de pacientes particularmente agresivos (Law et al., 2025).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de investigación, ubicación

El estudio fue realizado en las Unidades móviles de control de fauna urbana, perteneciente al GAD Municipalidad de Ambato, Ambato, provincia de Tungurahua

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue conducida bajo un diseño experimental, de tipo cuantitativo, prospectivo y comparativo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.3. Prueba de Hipótesis

H_0 : No existen diferencias significativas entre los protocolos de sedación en la calidad de sedación ni en la tasa de eventos adversos.

H_1 : Al menos uno de los protocolos difiere en la eficacia de la calidad de sedación y/o en la tasa de eventos adversos en comparación con los otros.

3.4. Población o muestra

Partiendo de una población promedio mensual aproximado de 52 gatos, hembras y machos, de diferentes grupos etarios (animales entre 0,6 meses a 2 años; de 3 a 5 años y > 5 años) que son atendidos en consulta, se calculó el tamaño de la muestra aplicando la fórmula para poblaciones finitas propuesta por Lwanga & Lemeshow (1991) (Fórmula 1), considerando un nivel de confianza del 95 % equivalente a $Z = 1,96$, una proporción esperada de respuesta de $p = 0,5$, una probabilidad complementaria de $q = 0,5$ y un error máximo admisible cercano al 5 %. El valor de $p = 0,5$ fue asumido debido a que no se disponía de información previa sobre la proporción real de respuesta esperada a los protocolos de sedación ni sobre la ocurrencia de eventos adversos en la población evaluada.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Fórmula 1

Donde

n= tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población mensual= 52 gatos (hembras y machos)

Z= 1,3

p= probabilidad de éxito (0,5)

q= probabilidad de fracaso (0,5)

e= error aceptado 5%

n= 48 pacientes

3.5. Tratamientos

3.5.1. Aplicación de los tratamientos

Se compararon tres protocolos anestésicos, administrados por vía intramuscular (IM) en el músculo cuádriceps o lumbar. Las dosis se ajustarán al peso de cada gato:

T1: Dexmedetomidina 5 µg/kg+ ketamina 2 mg/kg + diazepam 0,4 mg/Kg

T2: Dexmedetomidina 5 µg/Kg + zolazepam + tiletamina (presentación comercial. combinada 50) 4 mg/Kg.

T3: Xilacina 2 mg/Kg + ketamina 2 mg/Kg + midazolam 0,2 mg/ Kg.

Distribución de los tratamientos:

T0R7
T0R2
T0R8
T0R4
T0R11
T0R6
T0R1

T1R4
T1R11
T1R3
T1R6
T1R10
T1R2
T1R7

T2R10
T2R5
T2R11
T2R3
T2R8
T2R6
T2R1

T0R3
T0R9
T0R10
T0R5
T0R12
T0R14
T0R15
T0R16
T0R13

T1R11
T1R5
T1R1
T1R9
T1R8
T1R15
T1R13
T1R14
T1R16

T2R4
T2R9
T2R7
T2R12
T2R2
T2R16
T2R13
T2R14
T2R15

3.5.2. Inducción y mantenimiento

El tiempo desde la aplicación del fármaco hasta la pérdida del reflejo de enderezamiento fue registrado como tiempo de inducción.

3.6. Recolección de información

3.6.1. Preparación del paciente

- Ayuno:** Los pacientes fueron mantenidos en ayuno de sólidos por 8 horas y de agua por 2 horas antes del procedimiento (Robertson et al., 2018).
- Contención:** La premedicación inicial se aplicó sin manipulación directa, utilizando dardos o jeringas de extensión.
- Canalización venosa:** Una vez alcanzada la sedación, se procedió a colocar un catéter intravenoso periférico para fluidoterapia (Ringer Lactato 5 mL/kg/h) y administración de fármacos de emergencia.

3.6.2. Criterios de inclusión

Se incluyeron gatos machos y hembras) con temperamento agresivo, sanos según examen físico y anamnesis. Solo se aceptaron individuos clasificados como ASA I–II (American Society of Anesthesiologists) (Portier & Ida, 2018) (Tabla 1).

Tabla 1. *Clasificación del estado físico (EE) de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA)*

ASA	Definición	Ejemplo
I	Sin patología orgánica o pacientes en los que el proceso patológico está localizado y no causa ninguna alteración sistémica o anormalidad.	Fracturas sin shock, pérdida de sangre, émbolos o signos sistémicos de lesión; deformidades congénitas; infecciones localizadas; deformidades óseas; hernias no complicadas. Cualquier tipo de cirugía puede entrar en esta clase siempre que solo se considere la condición física del paciente.
II	Una alteración sistémica moderada pero definida, causada ya sea por la condición que debe ser tratada mediante intervención quirúrgica o por la coexistencia de otros procesos patológicos.	Diabetes mellitus leve, capacidad funcional I o IIa; pacientes psicóticos incapaces de cuidarse por sí mismos; acidosis metabólica leve; anemia moderada; faringitis aguda o séptica; sinusitis crónica con exudado purulento; sinusitis aguda; infecciones superficiales menores que causan reacción sistémica; adenoma tiroideo no tóxico con obstrucción respiratoria parcial; hipertiroidismo leve; osteomielitis aguda; osteomielitis crónica; tuberculosis pulmonar con afectación tisular insuficiente para limitar la actividad y sin otros síntomas.

Tomado de (Portier & Ida, 2018)

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Las variables cuantitativas continuas (tiempo de inducción, tiempo de recuperación, parámetros fisiológicos y puntaje total de la *Feline Grimace Scale*) fueron analizadas

mediante análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un diseño de Medidas Repetidas en el Tiempo (para el caso de los parámetros fisiológicos). Las variables que mostraron diferencias estadísticamente significativas fueron comparadas mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Las variables cualitativas ordinales (calidad de sedación, inducción y recuperación) fueron analizadas mediante pruebas no paramétricas, como la prueba de Kruskal-Wallis, seguida de comparaciones post hoc.

Por último, la necesidad de analgesia de rescate fue analizada como una variable categórica (sí/no), utilizando la prueba de chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher, según corresponda.

3.8. Variables respuesta

3.8.1. Parámetros fisiológicos

El análisis de los parámetros fisiológicos por efecto de la aplicación de los diferentes protocolos de sedación incluyó la evaluación de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura y presión arterial en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía. El monitoreo de estos parámetros fue realizado a intervalos de 1 minuto con un equipo multiparámetro, de acuerdo al siguiente esquema:

- **Presión arterial sistólica (SYS), diastólica (DIA) y media (MAP):** obtenidas por método oscilométrico o Doppler.
- **Saturación de oxígeno (%SpO₂):** medida por pulsioximetría.
- **Temperatura (°C):** control rectal.
- **Frecuencia respiratoria (fR):** observada y confirmada en el monitor.
- **Frecuencia cardíaca (HR):** obtenida por electrocardiografía o pulsioximetría.

3.8.2. Evaluación de efectos adversos anestésicos

Los efectos adversos cardiovasculares, respiratorios y de termorregulación fueron evaluados a partir de los registros fisiológicos disponibles. Se consideró bradicardia cuando la frecuencia cardíaca fue <100 lpm, taquicardia cuando fue >220 lpm, hipoxemia cuando la SpO_2 fue $<90\%$ e hipotermia cuando la temperatura corporal fue $<37^\circ C$. Las arritmias, apnea e hipoventilación no fueron incluidas en el análisis estadístico debido a que no contaron con un registro individual específico en la base de datos.

3.8.3. Calidad anestésica

La calidad anestésica fue evaluada mediante dos escalas clínicas ordinales: calidad de inducción y calidad de recuperación (Tabla 2 y 3). El mantenimiento anestésico fue valorado indirectamente mediante la estabilidad de los parámetros fisiológicos intraoperatorios registrados durante los cinco primeros minutos de monitoreo. No se incluyeron en el análisis estadístico variables como tiempo de inducción, tiempo a decúbito esternal, tiempo a deambulación coordinada, dosis suplementarias o movimientos intraoperatorios, debido a que no contaron con registro individual completo en la base de datos.

Esta variable se evaluó mediante una escala ordinal de sedación clínica en gatos, adaptada de escalas previamente utilizadas en estudios de anestesia felina (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020).

Tabla 2. Escala de calidad de inducción

Puntaje	Descripción
1	Inducción excelente: sin movimientos, sin vocalización
2	Inducción buena: movimientos leves, sin excitación
3	Inducción regular: movimientos moderados o rigidez muscular
4	Inducción deficiente: excitación, movimientos bruscos o vocalización

Tabla 3. *Escala de calidad de la recuperación anestésica*

Puntaje	Descripción
1	Recuperación tranquila, sin vocalización ni excitación
2	Recuperación moderadamente agitada, controlable
3	Recuperación agitada, con vocalización o movimientos bruscos

3.8.4. Efecto analgésico

Por último, se evaluó el efecto analgésico de los protocolos anestésicos mediante la *Feline Grimace Scale*, registrando puntajes de dolor postoperatorio en distintos momentos de la recuperación, con el fin de comparar la eficacia analgésica de cada protocolo y garantizar el bienestar animal (Steagall et al., 2025) (Tabla 4).

Esta escala es un instrumento no invasivo, observacional y reproducible, especialmente útil en pacientes felinos con temperamento agresivo, en los cuales la manipulación directa puede alterar la respuesta conductual y fisiológica.

La evaluación del dolor postoperatorio se realizó en todos los pacientes sometidos a orquiectomía u ovariectomía, una vez finalizado el procedimiento quirúrgico y durante el período de recuperación anestésica. Las observaciones se efectuaron en los siguientes tiempos postoperatorios:

Tabla 4. *Escala de tiempos de evaluación del efecto analgésico*

Tiempo	Descripción
T ₁₀	Evaluación realizada a los 10 minutos posteriores a la cirugía
T ₂₀	Evaluación realizada a los 20 minutos posteriores a la cirugía
T ₄₀	Evaluación realizada a los 40 minutos posteriores a la cirugía

Las evaluaciones se realizaron con el animal en reposo, sin manipulación directa, permitiendo una observación objetiva del comportamiento y las expresiones faciales (Tabla 5).

Tabla 5. *Escala Feline Grimace de acuerdo con las cinco unidades de acción facial*

Unidad de acción	Puntaje 0	Puntaje 1	Puntaje 2
Posición de las orejas	Normal	Ligeramente rotadas	Aplanadas o retraídas
Abertura orbital	Normal	Parcialmente cerrada	Marcadamente cerrada
Tensión del hocico	Relajada	Moderada	Evidente
Posición de los bigotes	Normal	Ligeramente hacia adelante	Marcadamente rígidos
Posición de la cabeza	Elevada	Ligeramente baja	Marcadamente baja

El puntaje total se obtuvo de la suma de valores de cada unidad de acción, con un rango posible de 0 a 10 puntos, donde valores más altos indicaron una mayor intensidad de dolor. Posteriormente, para la interpretación del puntaje analgésico se tomó en cuenta la siguiente escala de puntuación: 0-3 puntos (dolor ausente o mínimo); 4-6 puntos (dolor leve a moderado) y ≥ 7 puntos (dolor moderado a severo):

Estos rangos permitieron hacer la comparación del efecto analgésico de los protocolos anestésicos y determinar cuál proporciona un mejor control del dolor postoperatorio.

Con el fin de garantizar el bienestar animal, se estableció un criterio de analgesia de rescate para pacientes que alcancen un puntaje ≥ 5 en la *Feline Grimace Scale*, los cuales recibieron analgesia adicional (opioide o analgésico multimodal), registrándose este evento como una variable binaria (sí/no). La necesidad de analgesia de rescate fue considerada un indicador indirecto de la eficacia analgésica de cada protocolo.

3.8.5. Consideraciones éticas y de seguridad

Los pacientes fueron atendidos bajo normas de bienestar animal, evitando manipulación innecesaria. Se administró atipamezol o yohimbina (antagonista de dexmedetomidina) en caso de efectos cardiovasculares severos y de equipos de

emergencia (oxigenoterapia, fluidoterapia rápida). Este protocolo cuenta con validez científica para minimizar el dolor y estrés, acorde con las recomendaciones de la *American Association of Feline Practitioners* (Robertson et al., 2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros fisiológicos en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos

No se observaron diferencias en la frecuencia cardíaca de los pacientes por efecto del protocolo de anestesia aplicado ($p=0,06$) ni en el tiempo de evaluación (0,341) (Fig. 2). En el grupo de pacientes tratados con dexmedetomidina + ketamina + diazepam (T1), la frecuencia cardíaca se mantiene relativamente estable entre los minutos 1 y 4, lo que sugiere una respuesta cardiovascular sostenida durante la fase inicial de evaluación. A partir del minuto 4 se aprecia una disminución hasta el minuto 5. Esta tendencia podría interpretarse como una estabilización gradual del parámetro conforme avanza el efecto anestésico.

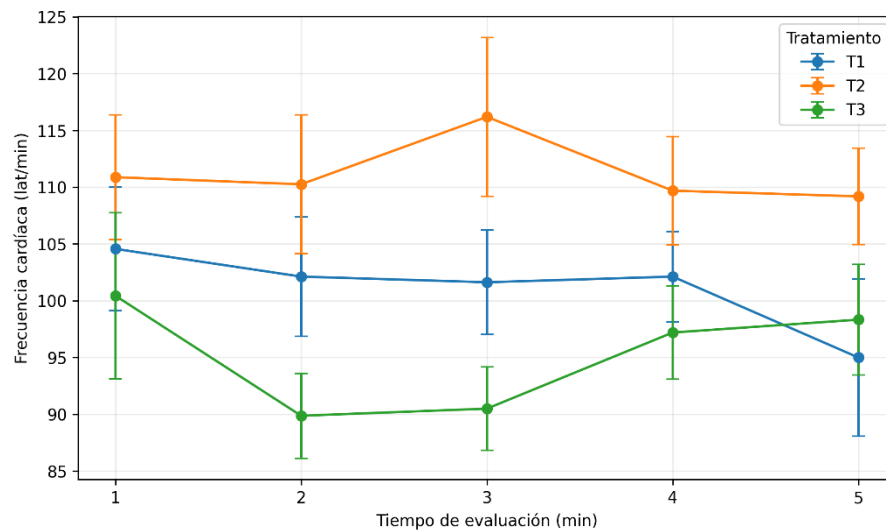


Figura 2. Frecuencia cardíaca promedio en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria.

Nota: Los valores representan la media $\pm$ error estándar de la frecuencia de pulso en cada tiempo de evaluación. T1: dexmedetomidina + ketamina + diazepam; T2: dexmedetomidina + zolazepam/tiletamina; T3: xilacina + ketamina + midazolam.

En el tratamiento donde se administró dexmedetomidina + zolazepam/tiletamina (T2), la frecuencia cardíaca mostró un comportamiento más fluctuante, con una ligera reducción a minuto 2, seguida de un incremento hasta el minuto 3. Posteriormente el valor desciende nuevamente hasta niveles similares a los registrados al inicio. En pacientes tratados con xilacina + ketamina + midazolam (T3), la frecuencia cardíaca tendió a disminuir durante los dos primeros minutos y a partir del minuto 3 mostró un incremento hasta alcanzar valores similares al tratamiento 1.

Con relación a la frecuencia de pulso se observó efecto de interacción entre el protocolo y el tiempo de observación ($p= 0,0033$) (Fig. 3). Al inicio de la evaluación, los pacientes del T1 mostraron los más altos valores, los cuales tuvieron una ligera tendencia ascendente entre los minutos 1 y 3. Entre el minuto 4 y 5 se apreció una disminución progresiva, más evidente al minuto 5, lo que sugiere la estabilización gradual del parámetro conforme avanza el efecto anestésico.

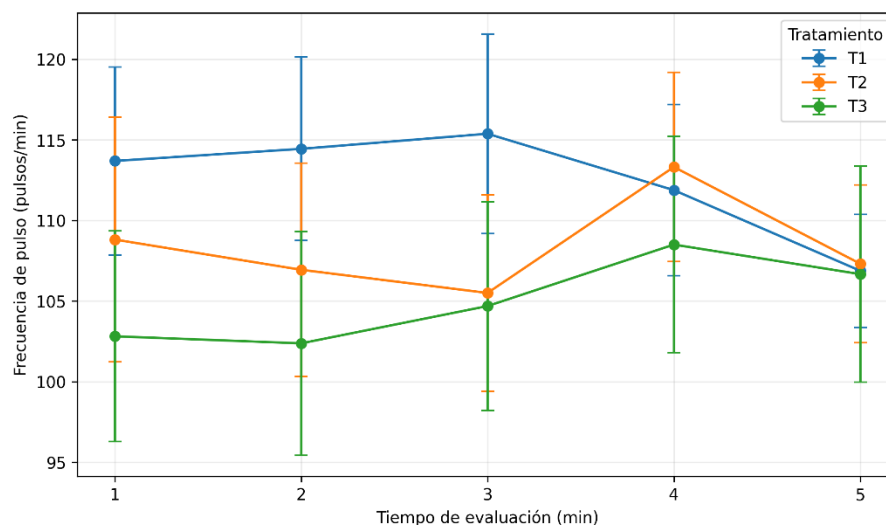


Figura 3. Frecuencia de pulso promedio en gatos sometidos a orquiectomía y ovariectomía bajo tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria

En el tratamiento T2, se observó un comportamiento más fluctuante, con una reducción progresiva desde el minuto 1 hasta el minuto 3, seguida de un mayor

incremento al minuto 4 y al minuto 5, descendió hasta estabilizarse en los niveles similares a los registrados al inicio.

En el tratamiento T3, se observaron los menores valores al inicio de la evaluación entre los tres protocolos y se mantuvo relativamente estable durante los dos primeros minutos. A partir del minuto 3 se observa un incremento gradual hasta el minuto 4, seguido de una discreta reducción al minuto 5.

La frecuencia respiratoria presentó efecto significativo del tratamiento, del tiempo y de la interacción tratamiento $\times$ tiempo. La frecuencia respiratoria mostró una tendencia descendente marcada durante los primeros minutos de evaluación (Fig. 4). En T1, los valores iniciaron en un nivel intermedio y disminuyeron de forma gradual hasta el minuto 3, seguido de una ligera recuperación hacia los minutos 4 y 5. En T2 se observó una reducción más pronunciada entre el minuto 1 y el minuto 3, con posterior incremento discreto al final del período evaluado. Por su parte, T3 presentó la frecuencia respiratoria inicial más elevada, seguida de una caída abrupta al minuto 2 y una posterior estabilización en valores cercanos a los demás tratamientos.

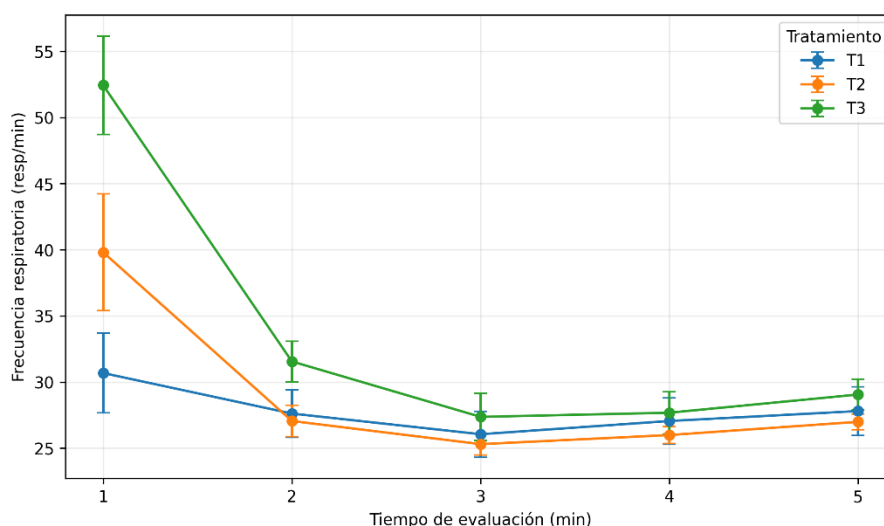


Figura 4. Frecuencia respiratoria en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria

Se observó efecto significativo del tiempo, pero no del protocolo sobre la presión arterial diastólica, presión sistólica y presión media (Fig. 5A-C). En general, la presión arterial diastólica presentó una tendencia al incremento en función del tiempo de evaluación (Fig. 5A). En T1 se observó un aumento progresivo hasta el minuto 3, seguido de una ligera disminución en los minutos 4 y 5. En T2, la presión diastólica se mantuvo casi estable entre los minutos 1 y 2, para luego incrementarse de manera sostenida hasta alcanzar los valores más altos al minuto 5. En T3 se registraron los valores iniciales más bajos, con una disminución adicional al minuto 2, seguida de un aumento progresivo hasta el final de la evaluación.

En cuanto a la presión arterial sistólica se observó un comportamiento relativamente estable en T1, con valores cercanos entre los cinco tiempos de evaluación, mientras que en T2 se observó una tendencia ascendente, especialmente a partir del minuto 4, alcanzando los valores más altos al final del período y en el T3, se observaron los valores más bajos, con un aumento significativo al minuto 2, para luego descender ligeramente al minuto 3 y volvió a incrementarse hacia los minutos 4 y 5 (Fig. 5B).

Por último, en relación al valor de la presión arterial media, se observó un incremento progresivo a lo largo del tiempo, aunque con variaciones entre tratamientos. Los pacientes dentro del T1 mostraron una elevación moderada hasta el minuto 3, con posterior estabilización hacia los minutos 4 y 5. En el T2, los valores aumentaron de manera sostenida durante todo el período de evaluación, alcanzando los valores más altos al minuto 5 y en el T3, los valores iniciales fueron menores, pero se evidenció un incremento progresivo y constante hasta el final del registro (Fig. 5C).

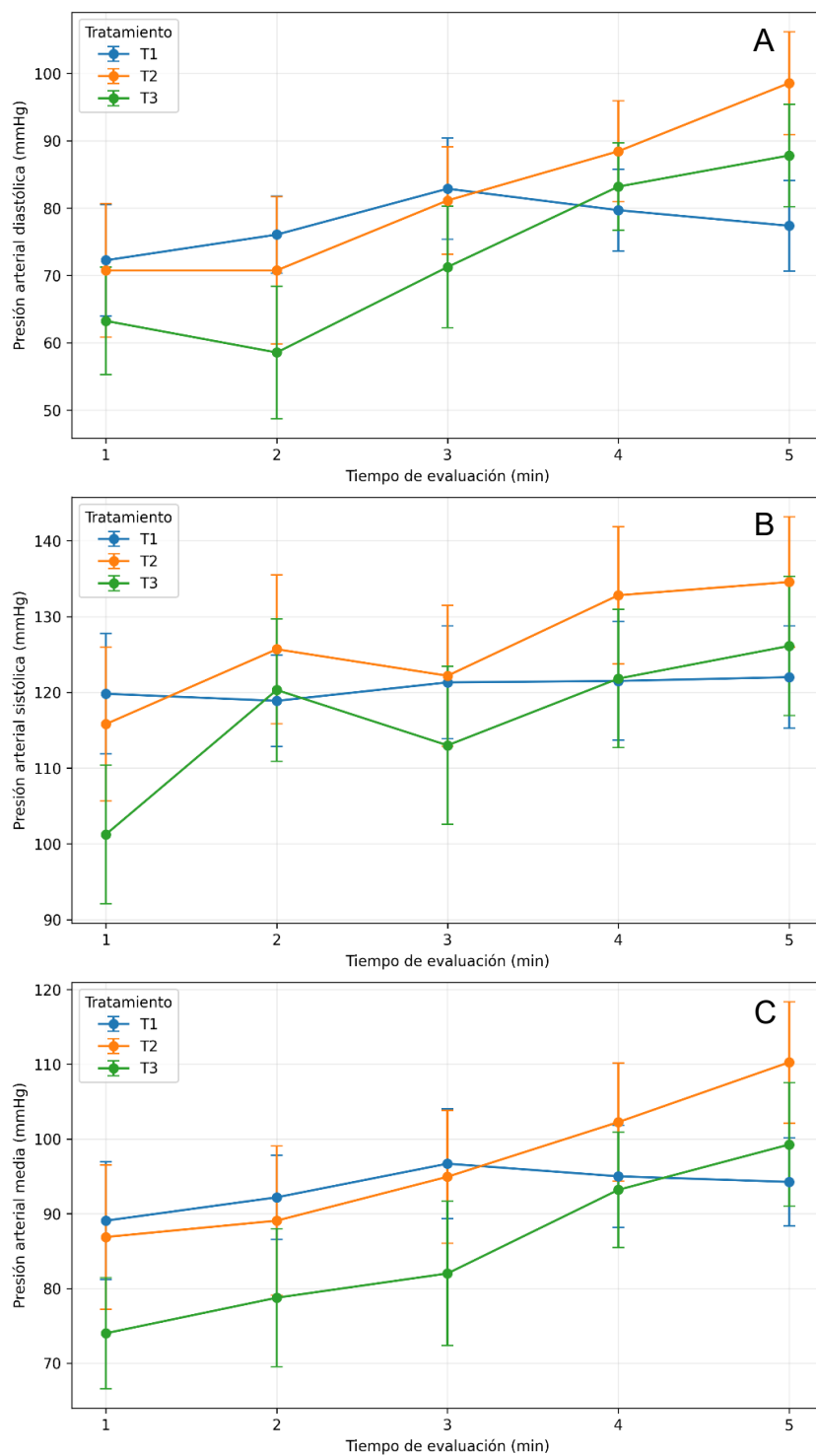


Figura 5. Presión arterial diastólica, sistólica y media en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria

Se observó un efecto significativo del tiempo sobre la saturación de oxígeno (SpO_2), por lo que la mejoría observada está asociada al avance del período de evaluación y no a diferencias estadísticas entre los protocolos anestésicos (Fig. 6). En general, se evidenció un incremento sostenido en la saturación periférica de oxígeno en los tres tratamientos durante los cinco minutos de evaluación.

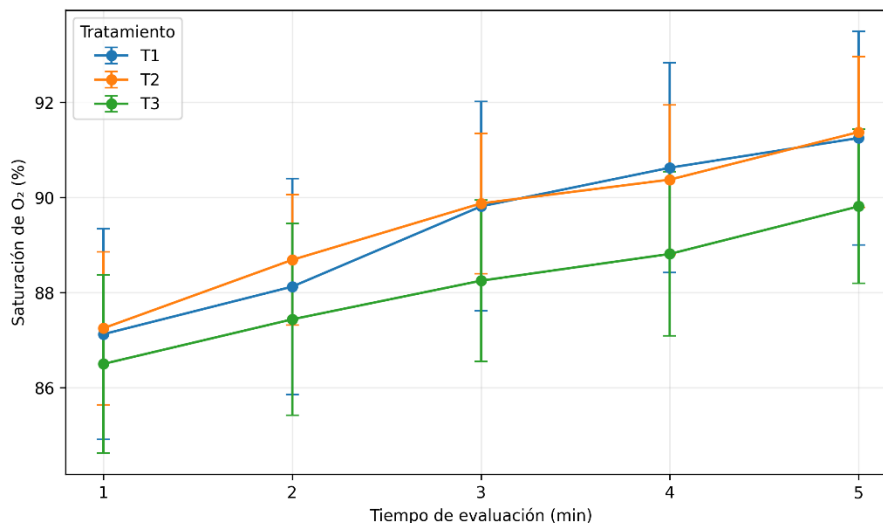


Figura 6. Saturación periférica de oxígeno en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria

Similar a las variables precedentes, se observó efecto significativo del tiempo sobre la reducción térmica (Fig. 7). En T1, la reducción fue leve y progresiva, manteniéndose más o menos constante durante el período de evaluación, mientras que en T2 se observaron valores más altos al inicio, con una disminución sostenida hacia el minuto 5. Finalmente, en T3, se registró un valor intermedio al inicio, pero presentó una disminución significativa a partir del minuto 2 y alcanzó los valores más bajos al final del monitoreo.

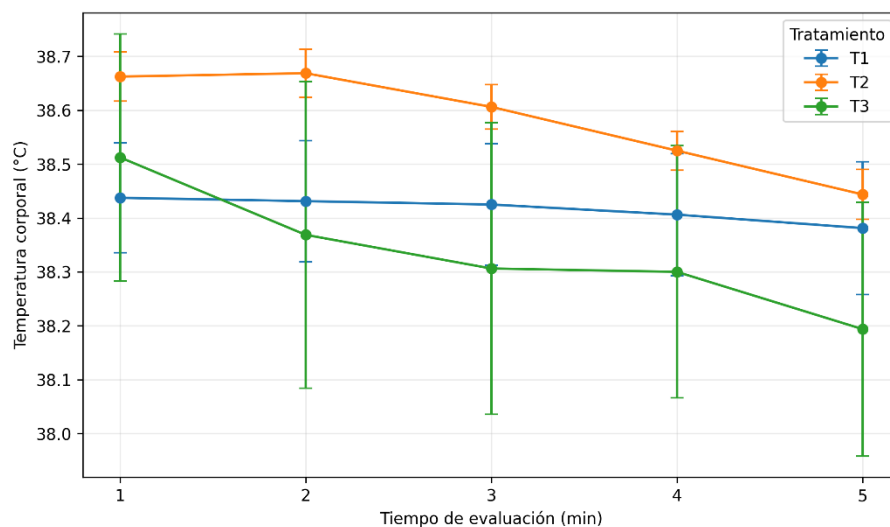


Figura 7. *Temperatura corporal en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante los primeros cinco minutos de evaluación intraoperatoria*

Con relación a los efectos adversos, la bradicardia fue el efecto adverso más frecuente, con mayor proporción de casos en T3 (93,8 %), seguido de T1 (68,8 %) y T2 (56,2 %), pero no se registraron episodios de taquicardia en ninguno de los tratamientos. En cuanto a la hipoxemia, se presentó en los tres protocolos, con mayor frecuencia en pacientes tratados con el protocolo T1, donde alcanzó un 56,2 %, seguido de un 50,0 % en T2 y 37,5 % en T3. Por su parte, la hipotermia solo fue observada en T3 (12,5 %), sin casos en T1 ni T2 (Fig. 8).

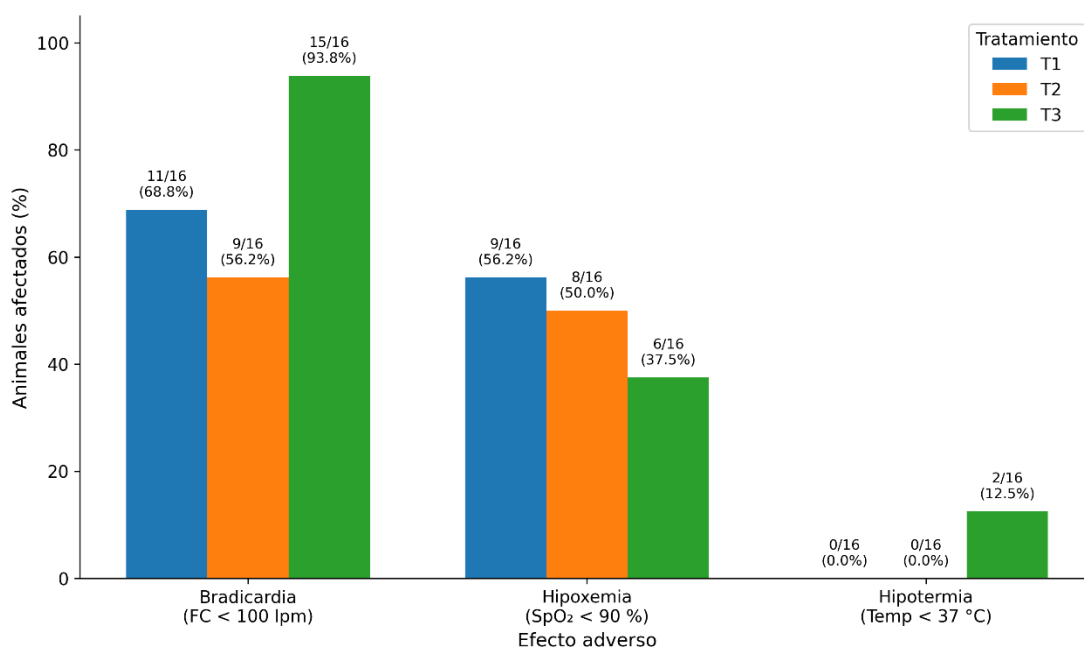


Figura 8. *Frecuencia de efectos adversos cardiovasculares, respiratorios y de termorregulación en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos*

En términos generales, la mayoría de las variables no presentó diferencias significativas atribuibles exclusivamente al protocolo anestésico, aunque sí se observaron cambios asociados al tiempo de evaluación. Este comportamiento sugiere que, durante los primeros cinco minutos de monitoreo intraoperatorio, la respuesta fisiológica de los pacientes estuvo influenciada tanto por el efecto de los fármacos como por la adaptación inicial al plano anestésico y al estímulo quirúrgico (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020).

En relación con la frecuencia cardíaca, esta se mantuvo relativamente comparable durante el período analizado. De acuerdo con estudios previos, la frecuencia cardíaca durante la anestesia puede estar modulada por múltiples factores, entre ellos el tono simpático previo, el estrés por manipulación, la profundidad anestésica, el dolor, la temperatura corporal y el efecto farmacológico de los agonistas α 2-adrenérgicos (Robertson et al., 2018; Panprom et al., 2024). Esto podría explicarse al efecto de los protocolos de anestesia multimodal, puesto que, mientras la ketamina puede ejercer una acción simpaticomimética indirecta y favorecer el mantenimiento de la frecuencia

cardíaca, los agonistas α_2 -adrenérgicos, como dexmedetomidina y xilacina, tienden a reducir el tono simpático central y favorecer la bradicardia (Simon & Steagall, 2020; Law et al., 2025). Este comportamiento coincide parcialmente con lo reportado por Panprom et al. (2024), quienes demostraron que la elección del protocolo anestésico en gatos puede modificar la variabilidad de la frecuencia cardíaca y algunos parámetros ecocardiográficos, aunque no siempre genera diferencias clínicas marcadas en la frecuencia cardíaca media.

A diferencia de la frecuencia cardíaca, la frecuencia de pulso mostró un efecto de interacción entre tratamiento y tiempo. Esto podría deberse a que la frecuencia de pulso puede ser afectada por las variaciones en la perfusión periférica, vasoconstricción inducida por agonistas α_2 y la profundidad anestésica. Los agonistas α_2 -adrenérgicos pueden inducir vasoconstricción periférica inicial y reducción posterior del tono simpático central, lo que modifica la amplitud del pulso y su detección periférica (Robertson et al., 2018; Pereira et al., 2025).

La frecuencia respiratoria mostró un comportamiento influenciado tanto por el tipo de protocolo, como por el tiempo y su interacción. Los gatos tratados con xilacina + ketamina + midazolam presentaron la frecuencia respiratoria más elevada al inicio de la evaluación postoperatoria, aunque posteriormente se evidenció una reducción abrupta y posterior estabilización. Este comportamiento puede interpretarse como una respuesta al período de transición hacia un plano anestésico más estable. En gatos agresivos, la activación simpática previa a la sedación puede generar taquipnea transitoria, incremento del tono muscular y mayor reactividad fisiológica durante la inducción, lo cual ha sido descrito como una consecuencia común del miedo, la ansiedad y el estrés durante la atención veterinaria (Caney et al., 2022; Hernández-Avalos et al., 2021).

En consecuencia, la disminución de la frecuencia respiratoria observada es común en pacientes tratados con diferentes protocolos anestésicos, ya que la mayoría de sedantes, anestésicos disociativos y benzodiazepinas pueden reducir la ventilación por minuto en

mayor o menor grado, dependiendo de la dosis, la combinación farmacológica y la profundidad anestésica (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020). No obstante, la estabilización posterior de la frecuencia respiratoria sugiere que, a pesar de la caída inicial, los protocolos permitieron mantener un patrón respiratorio compatible con el monitoreo clínico del procedimiento. En este sentido, Stabile et al. (2025) reportaron que la dexmedetomidina, utilizada como parte de protocolos balanceados en gatos sometidos a cirugía electiva, puede proporcionar sedación y analgesia con efectos respiratorios clínicamente manejables cuando se emplea bajo monitoreo adecuado.

Con respecto a las variaciones observadas en la presión arterial sistólica, diastólica y media sugieren que los cambios hemodinámicos pudieron estar relacionados con la evolución del período anestésico más que con una diferencia directa entre protocolos. La tendencia al incremento progresivo de la presión arterial, especialmente en T2 y T3, puede deberse a que la ketamina y la tiletamina pueden inducir estimulación simpática indirecta, favoreciendo incrementos en la presión arterial y en el tono cardiovascular (Simon & Steagall, 2020; Panprom et al., 2024). Por otro lado, los agonistas α_2 -adrenérgicos producen una fase inicial de vasoconstricción periférica por efecto de los receptores α_2 postsinápticos, lo que puede elevar la resistencia vascular sistémica y aumentar transitoriamente la presión arterial; posteriormente, predomina el efecto simpaticolítico central, con reducción de la frecuencia cardíaca (Robertson et al., 2018; Law et al., 2025).

En el presente estudio, los gatos tratados con dexmedetomidina + zolazepam/tiletamina presentaron una tendencia ascendente más sostenida de la presión arterial sistólica, diastólica y media hacia el minuto 5, mientras que los pacientes tratados con dexmedetomidina + ketamina + diazepam mostraron un comportamiento más estable, lo cual, podría estar relacionado con la combinación de dexmedetomidina con tiletamina/zolazepam, que podría contribuir al incremento de la presión arterial. Este comportamiento es compatible con lo descrito por Stabile et al. (2025), quienes observaron incrementos de presión arterial en gatos tratados con dexmedetomidina en infusión continua, y con Law et al. (2025), quienes demostraron que las combinaciones

de dexmedetomidina, ketamina y moduladores periféricos α_2 pueden modificar de manera importante la frecuencia cardíaca y la presión arterial media en gatos.

En cuanto al incremento de la saturación periférica de oxígeno podría interpretarse como una mejoría progresiva de la oxigenación durante el monitoreo, posiblemente asociada a una mayor estabilidad del paciente, mejor posicionamiento, menor movimiento y/o estabilización de la administración de oxígeno suplementario. En gatos agresivos o de difícil manipulación, las primeras mediciones pueden estar influenciadas por el efecto de la vasoconstricción periférica, el movimiento, la baja perfusión, lo que puede generar lecturas inicialmente más bajas o variables (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020). A pesar de ello, la presencia de hipoxemia en pacientes de los tres protocolos indica que la oxigenación fue un aspecto clínicamente relevante, puesto que se observó en 56,2 % de los animales de T1, 50,0 % de T2 y 37,5 % de T3. Estos resultados resaltan la necesidad del monitoreo continuo de SpO₂ durante la anestesia felina. Las guías de anestesia señalan la importancia de la identificación temprana de valores de SpO₂ inferiores a 90 %, debido a que pueden reflejar una reducción crítica de la oxigenación arterial (Grubb et al., 2020; Robertson et al., 2018).

Con relación a la disminución de la temperatura corporal, coincide con el comportamiento durante la anestesia en gatos, puesto que esta especie es particularmente susceptible a la pérdida de calor debido a su menor tamaño corporal, elevada relación superficie-volumen y depresión anestésica de los mecanismos termorreguladores (Robertson et al., 2018). Esta disminución puede estar asociada a vasodilatación periférica, exposición quirúrgica, contacto con superficies frías, administración de fluidos, evaporación por preparación del campo quirúrgico y reducción del metabolismo basal inducida por los anestésicos (Robertson et al., 2018; Redondo et al., 2024).

En cuanto a los efectos adversos cardiovasculares, la bradicardia fue el evento más frecuente, lo cual es compatible con el uso de agonistas α_2 -adrenérgicos, ya que tanto dexmedetomidina como xilacina reducen la liberación de noradrenalina y disminuyen

el tono simpático central, favoreciendo la disminución de la frecuencia cardíaca (Simon & Steagall, 2020; Law et al., 2025). Sin embargo, la mayor frecuencia de bradicardia en T3 podría relacionarse con la acción cardiovascular de la xilacina y con su combinación con ketamina y midazolam. Aunque la ketamina puede contrarrestar parcialmente la depresión cardiovascular mediante estimulación simpática, este efecto puede ser insuficiente cuando predomina la acción del agonista α_2 o cuando el paciente alcanza un plano anestésico más profundo (Panprom et al., 2024; Shin et al., 2024).

4.2. Calidad de la sedación, inducción, mantenimiento y recuperación anestésica en gatos con temperamento agresivo mediante el uso de escalas clínicas estandarizadas

La calidad de inducción anestésica mostró diferencias globales entre los tratamientos según la prueba de Kruskal-Wallis ($H = 6,27$; $p = 0,0436$) (Tabla 6). Sin embargo, las comparaciones múltiples *post hoc* mediante la prueba de Dunn con ajuste de Holm no evidenciaron diferencias significativas entre pares de tratamientos. Por tanto, aunque existió una diferencia global en la distribución de los puntajes de inducción, no fue posible atribuir dicha diferencia a las comparaciones entre protocolos. Esto significa que, desde el punto de vista clínico, los tres tratamientos proporcionaron una inducción anestésica favorable, con predominio de puntajes compatibles con inducción excelente.

Tabla 6. Calidad de inducción anestésica de tres protocolos evaluados en gatos

Tratamiento	n	Media $\pm$ DE	Mediana (RIQ)	Resultado clínico
T1	16	1,00 $\pm$ 0,00 a	1 (1–1)	100 % excelente
T2	16	1,00 $\pm$ 0,00 a	1 (1–1)	100 % excelente
T3	16	1,19 $\pm$ 0,40 a	1 (1–1)	81,25 % excelente; 18,75 % buena

Nota. Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Dunn con ajuste de Holm, a pesar de la significancia global observada en Kruskal-Wallis.

Con relación a la calidad de recuperación anestésica, se observaron diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Kruskal-Wallis ($H = 13,43$; $p = 0,0012$). Adicionalmente, las comparaciones múltiples *post hoc* mediante la prueba de Dunn con ajuste de Holm evidenciaron que T3 difirió significativamente de T1 y T2, mientras que no se observaron diferencias entre T1 y T2 (Tabla 7).

Tabla 7. Calidad de recuperación anestésica de tres protocolos evaluados en gatos

Tratamiento	n	Media $\pm$ DE	Mediana (RIQ)	Resultado clínico
T1	16	1,00 $\pm$ 0,00 a	1 (1–1)	100 % tranquila
T2	16	1,00 $\pm$ 0,00 a	1 (1–1)	100 % tranquila
T3	16	1,38 $\pm$ 0,50 b	1 (1–2)	62,5 % tranquila; 37,5 % moderada

Nota. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Dunn con ajuste de Holm. Valores más bajos representan mejor calidad de recuperación anestésica.

Desde el punto de vista clínico, los protocolos T1 y T2 mostraron una recuperación anestésica más favorable, ya que todos los animales presentaron recuperación tranquila, sin vocalización ni excitación. En contraste, el protocolo T3 presentó una mayor proporción de recuperaciones moderadamente agitadas, aunque controlables, lo que indica una menor calidad de recuperación anestésica en comparación con los protocolos que incluyeron dexmedetomidina.

En gatos con temperamento agresivo sometidos a orquiectomía y ovariectomía, la calidad anestésica no debe interpretarse únicamente como la capacidad de inmovilizar al animal, sino como la posibilidad de lograr una transición segura hacia el plano anestésico, minimizar la excitación, reducir la respuesta al estrés y favorecer una recuperación tranquila (Robertson et al., 2018). Adicionalmente, Simon y Steagall (2020) destacan que la sedación y analgesia en felinos debe orientarse a reducir miedo, ansiedad, dolor y resistencia al manejo, manteniendo al mismo tiempo estabilidad cardiopulmonar.

En relación con la calidad de inducción, los tres protocolos mostraron un desempeño clínicamente favorable, con predominio de puntajes compatibles con inducción excelente. Desde el punto de vista farmacológico, el buen desempeño de T1 y T2 puede explicarse por la inclusión de dexmedetomidina, un agonista α_2 -adrenérgico con efectos sedantes, ansiolíticos y analgésicos, ampliamente utilizado en protocolos de sedación felina. La dexmedetomidina reduce la liberación de noradrenalina en el sistema nervioso central y favorece un estado de sedación profunda, lo que facilita la manipulación, la inducción anestésica y el control de la respuesta al estrés. Simon y Steagall (2020) describen que los agonistas α_2 -adrenérgicos constituyen una herramienta útil en gatos difíciles de manejar, siempre que se mantenga una vigilancia adecuada de los efectos cardiorrespiratorios. Asimismo, Law et al. (2025) reportaron que las combinaciones de dexmedetomidina con ketamina pueden producir sedación en gatos, aunque su capacidad para alcanzar anestesia quirúrgica completa puede variar según la dosis y la combinación farmacológica.

Adicionalmente, la combinación de dexmedetomidina, ketamina y diazepam pudo favorecer una inducción uniforme debido a que la dexmedetomidina aportó sedación y analgesia, la ketamina contribuyó con anestesia disociativa y analgesia somática, mientras que el diazepam proporcionó relajación muscular y redujo la rigidez o excitación asociada al uso de anestésicos disociativos (Robertson et al., 2018; Simon & Steagall, 2020). Por otra parte, la combinación de dexmedetomidina con tiletamina-zolazepam también mostró una inducción excelente, puesto que, la tiletamina proporciona inmovilización y analgesia, mientras que el zolazepam contribuye a la relajación muscular y al control de la excitación, mientras que, la incorporación de dexmedetomidina probablemente fortaleció la sedación y facilitó la transición hacia el plano anestésico (Shin et al., 2024).

Por último, el protocolo que incluyó el uso de xilacina, ketamina y midazolam, aunque también permitió una inducción adecuada en la mayoría de los pacientes; algunos animales presentaron inducción “buena” en lugar de “excelente”. Esto podría estar relacionado con la menor selectividad de la xilacina en comparación con la

dexmedetomidina, así como con una respuesta sedante más variable entre individuos. Aunque la xilacina es un agonista $\alpha 2$ -adrenérgico útil y ampliamente empleado en medicina veterinaria, su perfil farmacológico puede asociarse con mayor variabilidad cardiorrespiratoria y con recuperaciones menos predecibles, especialmente cuando se combina con anestésicos disociativos (Panprom et al., 2024).

La calidad de recuperación anestésica mostró un comportamiento más claramente diferenciado entre tratamientos. T1 y T2 presentaron recuperación tranquila en el 100 % de los animales, mientras que T3 mostró recuperación tranquila en 62,5 % y recuperación moderadamente agitada, aunque controlable, en 37,5 % de los casos. Este resultado indica que los protocolos con dexmedetomidina ofrecieron una recuperación más favorable y predecible que el protocolo con xilacina, ketamina y midazolam. En felinos, una recuperación tranquila es clínicamente importante porque disminuye el riesgo de vocalización, movimientos bruscos, lesiones, estrés postoperatorio y dificultad para el manejo, especialmente en animales agresivos (Robertson et al., 2018).

En contraste, la menor calidad de recuperación observada en T3 puede explicarse debido a que, aunque la ketamina tiene propiedades anestésicas y analgésicas, puede asociarse con rigidez muscular, movimientos involuntarios o recuperaciones menos suaves cuando no se encuentra suficientemente equilibrada por otros agentes sedantes o analgésicos. Simon y Steagall (2020) destacan que la recuperación en gatos puede verse afectada por el grado de sedación residual, analgesia, estrés ambiental y tipo de fármacos empleados, por lo que los protocolos deben seleccionarse considerando tanto la inducción como la fase postoperatoria inmediata.

4.3. Efecto analgésico de los protocolos anestésicos durante el período postoperatorio mediante la aplicación de la Feline Grimace Scale

El efecto analgésico de los tres protocolos anestésicos fue evaluado mediante la Feline Grimace Scale durante el período postoperatorio, considerando los tiempos T₁₀, T₂₀ y T₄₀ minutos posteriores a la cirugía.

En general, el puntaje se mantuvo bajo en pacientes que recibieron los protocolos a base de dexmedetomidina + ketamina + diazepam (T1) y Dexmedetomidina + zolazepam/tiletamina (T2) (Tabla 8). En el T1, los valores fueron de 0,38 al tiempo T₁₀, 0,50 al tiempo T₂₀ y 0,31 durante el tiempo T₄₀, lo que indica una expresión facial compatible con ausencia de dolor o dolor mínimo durante el período postoperatorio evaluado. En T2 se observaron los valores numéricamente más bajos que variaron desde 0,00 al tiempo T₁₀, un ligero incremento (0,19) al tiempo T₂₀ y disminuyó a 0,00 durante el tiempo T₄₀. En contraste, los pacientes dentro del T3 presentaron los puntajes más elevados en todos los tiempos, iniciando con 1,69 al tiempo T₁₀, 2,13 al tiempo T₂₀ y 2,50 ± 1,32 durante el tiempo T₄₀.

Tabla 8. *Puntaje total de la Feline Grimace Scale por tratamiento y tiempo postoperatorio*

Tiempo	dexmedetomidina + ketamina + diazepam	dexmedetomidina + zolazepam/tiletamina	xilacina + ketamina + midazolam	p
T ₁₀	0,38 ± 0,50 a	0,00 ± 0,00 a	1,69 ± 0,70 b	0,001
T ₂₀	0,50 ± 0,63 a	0,19 ± 0,40 a	2,13 ± 0,50 b	0,062
T ₄₀	0,31 ± 0,48 a	0,00 ± 0,00 a	2,50 ± 1,32 b	0,020

Nota. Los valores se presentan como media ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias entre tratamientos según la prueba post hoc correspondiente.

La evolución temporal del puntaje total mostró un comportamiento claramente diferenciado entre protocolos, donde los pacientes dentro del T1 presentaron valores bajos y relativamente estables, observándose un ligero incremento en T₂₀ y posterior reducción en T₄₀. Por otra parte, T2 mantuvo puntajes prácticamente nulos durante todo el período, lo que sugiere un mejor desempeño analgésico, mientras que, T3 mostró una tendencia ascendente desde T₁₀ hasta T₄₀, evidenciando un incremento progresivo de la expresión facial compatible con dolor postoperatorio (Fig. 9).

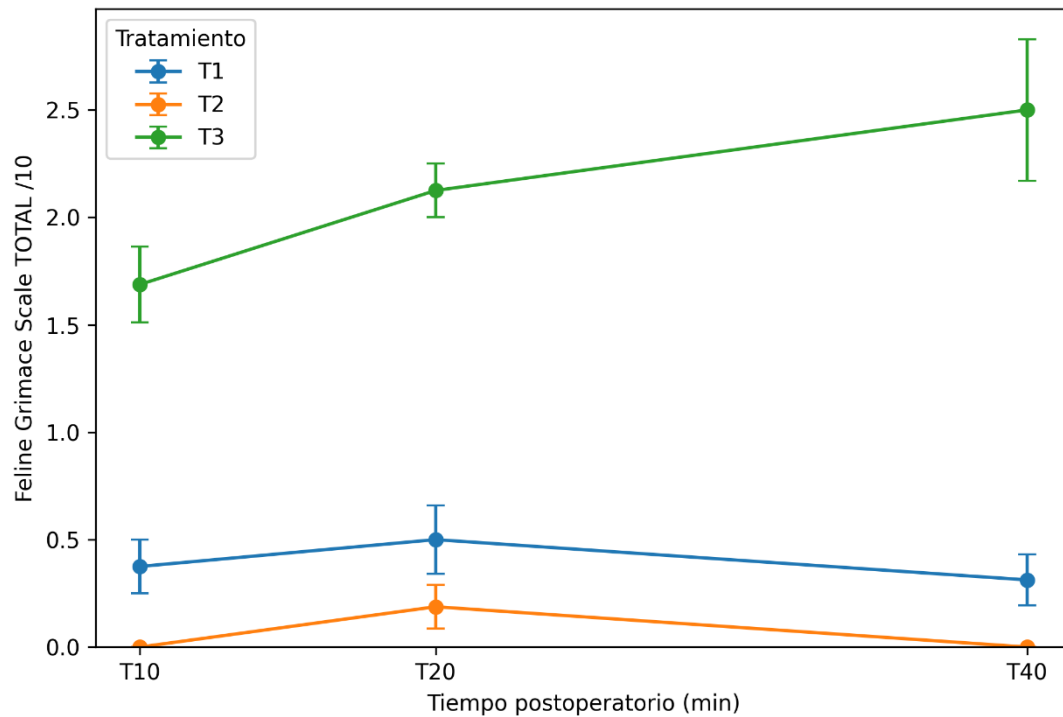


Figura 9. Evolución temporal del puntaje total de la Feline Grimace Scale en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos durante el período postoperatorio

Debido a que la Feline Grimace Scale corresponde a una escala ordinal, la comparación entre tratamientos se complementó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y comparaciones múltiples de Dunn con ajuste de Holm (Tabla 9).

Esta prueba evidenció diferencias significativas entre tratamientos en los tres tiempos de evaluación. En T₁₀, T₂₀ y T₄₀, T3 presentó puntajes significativamente mayores que T1 y T2. Por el contrario, T1 y T2 no difirieron significativamente entre sí en ninguno de los tiempos evaluados. Estos resultados indican que los protocolos T1 y T2 proporcionaron un mejor control del dolor postoperatorio en comparación con T3.

Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis para el puntaje total de la Feline Grimace Scale según tiempo postoperatorio.

Tiempo	H Kruskal-Wallis	P valor	Resultado
T10	34,94	<0,001	T3 > T1 y T2

T20	33,72	<0,001	T3 > T1 y T2
T40	36,14	<0,001	T3 > T1 y T2

La distribución del puntaje total confirmó el patrón observado en las medias (Fig. 10). En T1 y T2, los registros se concentraron principalmente en valores cercanos a cero, con baja dispersión y ausencia de puntajes clínicamente elevados. En T3, la distribución mostró valores superiores, especialmente en T₄₀, donde se observó mayor variabilidad individual y puntajes máximos cercanos a 4 puntos. Este comportamiento sugiere que, aunque la mayoría de los animales se mantuvo dentro de niveles bajos de dolor, excepto con el tratamiento T3 donde se generó una respuesta facial más evidente durante la recuperación postoperatoria.

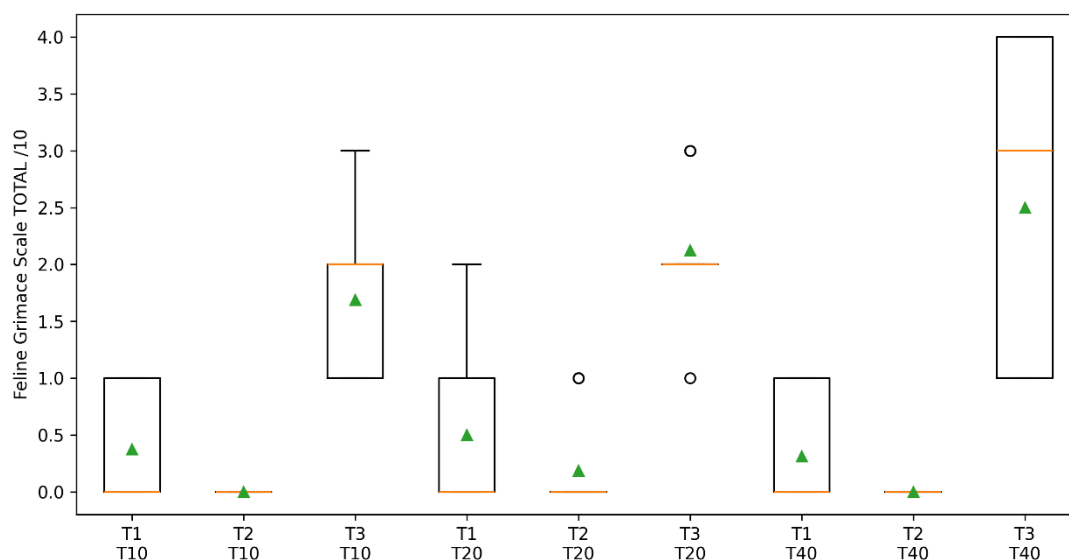


Figura 10. Distribución del puntaje total de la Feline Grimace Scale según tratamiento y tiempo postoperatorio.

Para complementar la interpretación clínica, los puntajes totales se clasificaron en tres categorías: 0–3 puntos como dolor ausente o mínimo, 4–6 puntos como dolor leve a moderado y ≥ 7 puntos como dolor moderado a severo (Fig. 11). La clasificación clínica mostró que todos los animales tratados con T1 y T2 permanecieron dentro de la categoría de dolor ausente o mínimo en T₁₀, T₂₀ y T₄₀. En el T3, los animales también

se ubicaron predominantemente en esta categoría durante T₁₀ y T₂₀; sin embargo, en T₄₀, 5 de 16 gatos alcanzaron puntajes entre 4 y 6, correspondientes a dolor leve a moderado. Esto representa el 31,25 % de los animales de T₃ en dicho tiempo, lo que evidencia una menor eficacia analgésica relativa de este protocolo durante la fase postoperatoria tardía evaluada.

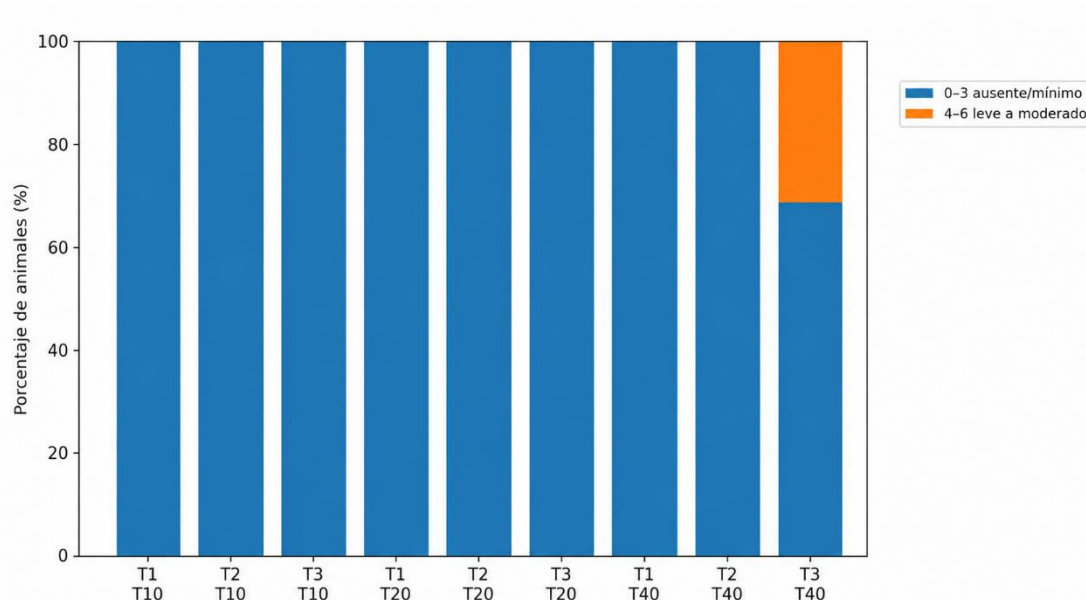


Figura 11. Clasificación clínica del dolor postoperatorio según el puntaje total de la *Feline Grimace Scale* en gatos sometidos a tres protocolos anestésicos

Con relación al análisis de la expresión y acción facial, se observó que las mayores contribuciones al puntaje total en T₃ provinieron principalmente de bigotes, hocico y ojos, seguidos por orejas, los cuales presentaron promedios superiores en T₃ respecto a T₁ y T₂. En T₁, las partes faciales se mantuvieron con valores bajos, mientras que en T₂ los puntajes fueron prácticamente nulos en la mayoría de los componentes. La unidad “cabeza” presentó menor variación entre tratamientos, lo que sugiere que las diferencias observadas en el puntaje total estuvieron asociadas principalmente con cambios en bigotes, hocico, ojos y orejas (Fig. 12).

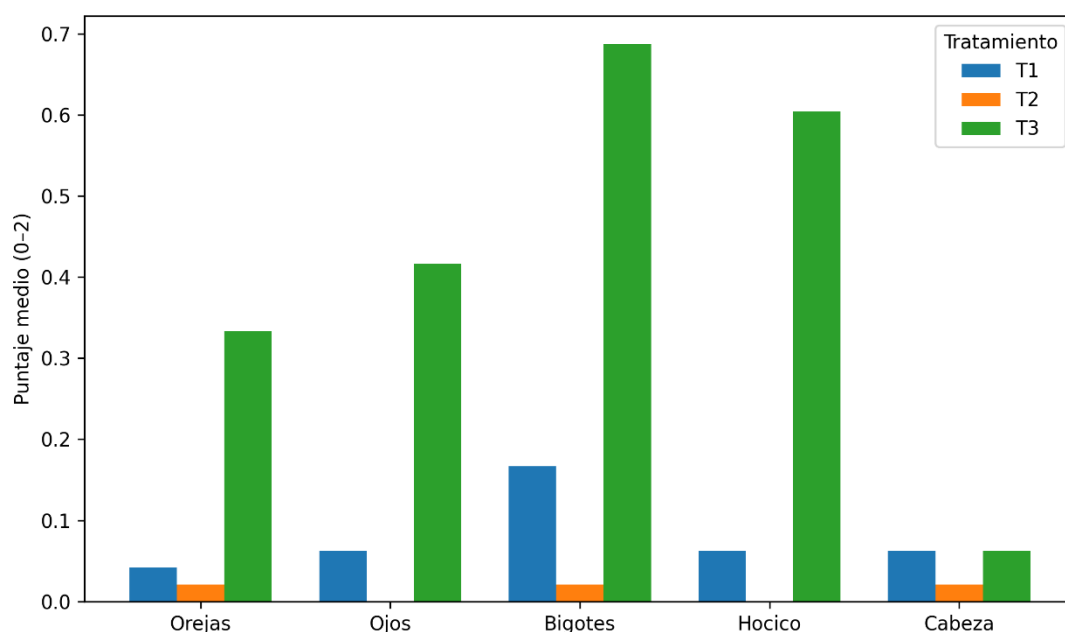


Figura 12. Puntaje promedio global de las unidades de acción facial de la Feline Grimace Scale según protocolo anestésico.

Finalmente, se evaluó la necesidad de analgesia de rescate, considerando como criterio un puntaje total ≥ 5 en la *Feline Grimace Scale* y se observó que ningún gato alcanzó el criterio establecido para analgesia de rescate (Tabla 10). Por tanto, no fue necesario administrar analgesia adicional en ninguno de los tratamientos. Sin embargo, la presencia de cinco animales de T3 con puntajes clasificados como dolor leve a moderado en T₄₀ indica que este protocolo requiere mayor vigilancia clínica durante la recuperación postoperatoria, especialmente en comparación con T1 y T2.

Tabla 10. Frecuencia de animales que requirieron analgesia de rescate según tratamiento.

Tratamiento	Animales con TOTAL /10 ≥ 5	Porcentaje
T1	0/16	0 %
T2	0/16	0 %
T3	0/16	0 %

De acuerdo con la evaluación del efecto analgésico mediante la Feline Grimace Scale demostró que los protocolos que incluyeron dexmedetomidina se asociaron con mejor control del dolor postoperatorio, especialmente en comparación con el protocolo compuesto por xilacina, ketamina y midazolam. Estos resultados sugieren que este tipo de protocolos proporcionaron analgesia postoperatoria adecuada durante los 40 minutos evaluados, dado que la dexmedetomidina reduce la transmisión nociceptiva a nivel espinal y disminuye la liberación de noradrenalina, contribuyendo a la sedación y analgesia; por su parte, la ketamina puede limitar la sensibilización central asociada al dolor quirúrgico (Simon y Steagall, 2020).

Al considerar los bajos puntajes obtenidos con la combinación de dexmedetomidina con tiletamina-zolazepam, los resultados podrían ser debidos a que la tiletamina proporciona anestesia disociativa y cierto grado de analgesia, mientras que el zolazepam contribuye a la relajación muscular y a una recuperación más tranquila y, además, la presencia de dexmedetomidina pudo fortalecer el componente sedante y analgésico del protocolo, reduciendo la expresión facial asociada al dolor (Law et al., 2025; Stabile et al., 2025). En contraste, aunque los pacientes dentro del T3 presentaron valores dentro de los rangos compatibles con dolor ausente o mínimo, el incremento progresivo y la presencia de animales con dolor leve a moderado en T₄₀ sugieren una menor eficacia analgésica relativa de este protocolo durante la recuperación postoperatoria. Este comportamiento podría relacionarse con una menor duración o menor profundidad del componente analgésico de la xilacina en comparación con la dexmedetomidina, así como con una posible recuperación más variable tras el uso de ketamina y midazolam.

El análisis por unidades faciales permitió observar que las mayores contribuciones al puntaje total en T3 provinieron principalmente de bigotes, hocico y ojos, seguidos por orejas. Este hallazgo es relevante porque estudios recientes han mostrado que las unidades de acción facial no contribuyen de forma idéntica al puntaje total y que algunas pueden tener mayor sensibilidad para detectar dolor en determinados contextos clínicos (Steagall et al., 2025).

Jeong et al. (2024) demostraron que el dolor y el estrés postoperatorio en gatas sometidas a ovariectomía pueden diferir según la técnica quirúrgica y que la evaluación del dolor debe complementarse con indicadores clínicos y fisiológicos. De manera similar, Corrêa et al. (2021) evidenciaron que el empleo de estrategias analgésicas multimodales puede reducir la necesidad de analgesia de rescate en gatas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.

5.1. Conclusiones

- Los tres protocolos anestésicos permitieron realizar las orquiectomías y ovariectomías con adecuada estabilidad fisiológica, sin diferencias significativas en la mayoría de los parámetros cardiovasculares evaluados. No obstante, los protocolos que incluyeron dexmedetomidina mostraron menor incidencia de hipotermia y una respuesta fisiológica más estable, mientras que el protocolo con xilacina presentó una mayor frecuencia de bradicardia y mayor variabilidad durante el período anestésico.
- La calidad anestésica fue superior en los tratamientos basados en dexmedetomidina, los cuales proporcionaron inducciones excelentes y recuperaciones tranquilas en todos los pacientes. En contraste, el protocolo compuesto por xilacina, ketamina y midazolam mostró recuperaciones moderadamente agitadas en una proporción importante de animales, evidenciando una menor predictibilidad durante la fase de recuperación.
- Los protocolos T1 (dexmedetomidina-ketamina-diazepam) y T2 (dexmedetomidina-tiletamina/zolazepam) proporcionaron un mejor control del dolor postoperatorio, manteniendo puntajes bajos en la *Feline Grimace Scale* durante todo el período evaluado. Por el contrario, el protocolo T3 presentó una tendencia al incremento de los puntajes de dolor y una menor eficacia analgésica relativa, especialmente a los 40 minutos posteriores a la cirugía.

5.2. Recomendaciones

- Priorizar el uso de protocolos anestésicos que incorporen dexmedetomidina en gatos con temperamento agresivo sometidos a procedimientos de esterilización, debido a que proporcionan una mejor calidad de recuperación y un control analgésico postoperatorio más eficiente.

- Desarrollar futuras investigaciones con un mayor tiempo de seguimiento postoperatorio e incluir variables adicionales como tiempos de inducción, recuperación completa, movimientos intraoperatorios y requerimientos de analgesia complementaria, con el propósito de profundizar el conocimiento sobre la seguridad y eficacia de los protocolos anestésicos en felinos de difícil manejo.

5.3. Bibliografia

- Amat, M., Camps, T., & Manteca, X. (2016). Stress in owned cats: behavioural changes and welfare implications. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(8), 577–586. <https://doi.org/10.1177/1098612X15590867>
- Campagna, I., Schwarz, A., Keller, S., Bettschart-Wolfensberger, R., & Mosing, M. (2015). Comparison of the effects of propofol or alfaxalone for anaesthesia induction and maintenance on respiration in cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 42(5), 484–492. <https://doi.org/10.1111/vaa.12231>
- Caney, S. M., Robinson, N. J., Gunn-Moore, D. A., & Dean, R. S. (2022). Happy cats: stress in cats and their carers associated with outpatient visits to the clinic. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(12), e551–e557. <https://doi.org/10.1177/1098612X221121907>
- Colbert, C., Trembley, K., & Eilbert, W. (2026). Opioid overdose combined with possible xylazine toxicity: A case report and literature review. *JEM Reports*, 5(1), 100215. <https://doi.org/10.1016/j.jemrpt.2026.100215>
- Corrêa, J. M. X., Niella, R. V., Oliveira, J. N. S. de, Silva Junior, A. C., Marques, C. S. da C., Pinto, T. M., Silva, E. B. da, Beier, S. L., Silva, F. L., & Lavor, M. S. L. de. (2021). Antinociceptive and analgesic effect of continuous intravenous infusion of maropitant, lidocaine and ketamine alone or in combination in cats undergoing ovariohysterectomy. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63, 49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13028-021-00615-w>
- Court, M. H. (2013). Feline Drug Metabolism and Disposition. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43(5), 1039–1054. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.05.002>
- Ellis, J. J. (2022). Beyond “Doing Better”: Ordinal Rating Scales to Monitor Behavioural Indicators of Well-Being in Cats. *Animals*, 12(21), 2897. <https://doi.org/10.3390/ani12212897>
- Fernandez-Parra, R., Adami, C., Dresco, T., & Donnelly, T. M. (2017). Dexmedetomidine e methadone e ketamine versus dexmedetomidine e methadone e alfaxalone for cats undergoing ovariectiony. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 44(6), 1332–1340. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.vaa.2017.03.010>
- Griffenhagen, G. M., Rezende, M. L., Gustafson, D. L., Hansen, R. J., Lunghofer, P. J., & Mama, K. R. (2015). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of propofol with or without 2% benzyl alcohol following a single induction dose administered

- intravenously in cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 42(5), 472–483. <https://doi.org/10.1111/vaa.12233>
- Guo, Y., Mao, S., & Zhou, Z. (2024). Effects of intramuscular alfaxalone and dexmedetomidine alone and combined on ocular, electroretinographic, and cardiorespiratory parameters in normal cats. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1407928. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1407928>
- Hernández-Avalos, I., Flores-Gasca, E., Mota-Rojas, D., Casas-Alvarado, A., Miranda-Cortés, A. E., & Domínguez-Oliva, A. (2021). Neurobiology of anesthetic-surgical stress and induced behavioral changes in dogs and cats: A review. *Veterinary World*, 14(2), 393–404. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.393-404>
- Huayta Huanca, J. D. (2016). Evaluación de cuatro protocolos de anestesia sobre las variaciones en las funciones vitales en la ovariectomía canina. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 458. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.11427>
- Imboden, T. J., Pownall, W. R., Rubin, S., Spadavecchia, C., Schöllhorn, B., & Rohrbach, H. (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*, 65, 41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13028-023-00697-8>
- Jeong, C., Yi, K., Yu, Y., & Heo, S. (2024). Comparison of postoperative pain and stress using a multimodal approach in cats: open vs. laparoscopic-assisted ovariectomy. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1519773. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1519773>
- Khokhlova, O. N., Borozdina, N. A., Sadovnikova, E. S., Pakhomova, I. A., Rudenko, P. A., Korolkova, Y. V., Kozlov, S. A., & Dyachenko, I. A. (2022). Comparative Study of the Aftereffect of CO2 Inhalation or Tiletamine–Zolazepam–Xylazine Anesthesia on Laboratory Outbred Rats and Mice. *Biomedicines*, 10(2), 512. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10020512>
- Law, Y. H., Pypendop, B. H., Honkavaara, J., & Barter, L. S. (2025). Characterization of the anesthetic effects of dexmedetomidine–vatinoxan–ketamine combinations in cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 52(2), 161–173. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2024.12.002>
- Levy, J. K., Isaza, N. M., & Scott, K. C. (2014). Effect of high-impact targeted trap-neuter-return and adoption of community cats on cat intake to a shelter. *Veterinary Journal*, 201(3), 269–274. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.001>

- Marangoni, S., Ubiali, M., Ambrosini, F., Jahnel, L., Vilani, J. M., Steagall, P. V., & Vilani, R. G. D. de C. (2023). Effects of different rates of propofol with or without S-ketamine on ventricular function in healthy cats – a randomized study. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1272949. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1272949>
- Mealey, K. L., & Burke, N. S. (2025). Assessment of clinically relevant drugs as feline P-glycoprotein substrates. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1668282. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1668282>
- Moser, K. L. M., Hasiuk, M. M. M., Armstrong, T., Gunn, M., & Pang, D. S. J. (2020). A randomized clinical trial comparing butorphanol and buprenorphine within a multimodal analgesic protocol in cats undergoing orchiectomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(8), 760–767. <https://doi.org/10.1177/1098612X19886132>
- Pal, D., Saikia, B., Sarma, K., Konwar, B., Lallinchhunga, M. C., Choudhary, J. K., & Arya, R. S. (2025). Evaluation of ketamine hydrochloride in combination with midazolam, dexmedetomidine and butorphanol as balanced anaesthesia in cats. *Indian Journal of Animal Research*, 59(3), 398–403. <https://doi.org/https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4786>
- Panprom, C., Pattanapon, N., & Petchdee, S. (2024). The effects of anesthetic drug choice on heart rate variability and echocardiography parameters in cats. *Scientific Reports*, 14, 316. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51162-z>
- Pereira, L. I., Milano, M. C. R., Oliveira, C. H., Amude, A. M., Fabretti, A. K., & Kemper, D. A. G. (2025). Echocardiographic evaluation of healthy cats under the effect of Dexmedetomidine and Butorphanol. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 77(1), e13090. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1678-4162-13090>
- Poele te, E., de Vries, A., & de Grauw, J. (2025). Sedative effects of intramuscular alfaxalone–methadone–midazolam versus ketamine–methadone–midazolam in cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 52(1), 68–71. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2024.10.130>
- Pypendop, B. H., Law, Y. H., Honkavaara, J., & Barter, L. S. (2025). Pharmacokinetics of combinations of dexmedetomidine, vatinoxan and ketamine in male neutered cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 52(3), 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2025.01.015>
- Qader, P. O., Radah, D. A., Mustafa, S. S., Hama Amin, N. K., Hussein, K. J., awllah, P. M., & Abdullah, L. N. (2025). A Comparative Analysis of Dexmedetomidine, Medetomidine, and Xylazine in Combination with Ketamine in Rats. *Egyptian*

- Redondo, J. I., Martínez-Taboada, F., Viscasillas, J., Doménech, L., Martí-Scharfhausen, R., Hernández-Magaña, E. Z., & Otero, P. E. (2024). Anaesthetic mortality in cats: A worldwide analysis and risk assessment. *Veterinary Record*, 195(1), e4147. <https://doi.org/10.1002/vetr.4147>
- Risi, E., Potier, R., Grøndahl, C., & Poincelot, L. (2026). Tiletamine–Zolazepam Use in Exotic Pets and Wildlife Anesthesia: A Narrative Review Towards Practical Guidelines. *Animals*, 16(9), 1300. <https://doi.org/10.3390/ani16091300>
- Robertson, S. A., Gogolski, S. M., Pascoe, P., Shafford, H. L., Sager, J., & Griffenhagen, G. M. (2018). AAFP feline anesthesia guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20, 602–634. <https://doi.org/httpS://doi.org/10.1177/1098612X18781391>
- Rodrigo-Mocholí, D., Belda, E., Bosmans, T., & Laredo, F. G. (2016). Clinical efficacy and cardiorespiratory effects of intramuscular administration of alfaxalone alone or in combination with dexmedetomidine in cats. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 43(3), 291–300. <https://doi.org/10.1111/vaa.12304>
- Sanches, M. C., Bessi, W. H., Rusch, E., Schaffhausser, M. B., Cassoli, A. A., Freitas, S. H., Gehrcke, M. I., & Carregaro, A. B. (2022). Cardiopulmonary and propofol-sparing effects of dexmedetomidine in total intravenous anesthesia in cats undergoing ovariohysterectomy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(12), e490–e497. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1098612X221130036>
- Shin, D., Cho, Y., & Lee, I. (2024a). Tiletamine-Zolazepam, Ketamine, and Xylazine anesthetic protocol for high-quality, high-volume spay and neuter of free-roaming cats in Seoul, Korea. *Animals*, 14, 656. <https://doi.org/10.3390/ani14040656>
- Shin, D., Cho, Y., & Lee, I. (2024b). Tiletamine-Zolazepam, Ketamine, and Xylazine Anesthetic Protocol for High-Quality, High-Volume Spay and Neuter of Free-Roaming Cats in Seoul, Korea. *Animals*, 14(4), 656. <https://doi.org/10.3390/ani14040656>
- Simon, B. T., & Steagall, P. V. (2020). Feline procedural sedation and analgesia: When, why and how. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(11), 1029–1045. <https://doi.org/10.1177/1098612X20965830>
- Stabile, M., Vicenti, C., Piemontese, C., Acquafredda, C., Lacitignola, L., Crovace, A., & Staffieri, F. (2025). Evaluation of different constant rate infusions of dexmedetomidine in cats undergoing elective surgery. *Journal of Feline Medicine*

and *Surgery*, 27, 1–10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1098612X251330169>

- Steagall, P. V., Monteiro, B. P., Trindade, P. H. E., Bukhari, S. S. U. H., & Luna, S. P. L. (2025). Understanding the Feline Grimace Scale: A study of dimensional structure, importance of each action unit and variables affecting assessment. *Veterinary Journal*, 314, 106448. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2025.106448>
- Susi, I. R., Viviano, K., & Whitehouse, W. H. (2025). Clinical therapeutics in feline medicine: updates for old and new drugs. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 27(10), 1–22. <https://doi.org/10.1177/1098612X251380011>

Anexos

Anexo 1. *ANOVA de medidas repetidas en el tiempo para medir el efecto del tratamiento y el tiempo de evaluación sobre los parámetros fisiológicos*

Variable	p-valor (tratamiento)	p-valor (tiempo)	p-valor (tratamiento × tiempo)	Resultado principal
FC	0,0632	0,3413	0,2742	Sin diferencias significativas
SpO ₂	0,8475	<0,001	0,8843	Cambió en el tiempo
PNI SYS	0,6825	<0,001	0,2543	Cambió en el tiempo
PNI DIA	0,6493	<0,001	0,0536	Cambió en el tiempo
PNI MED	0,5312	<0,001	0,1666	Cambió en el tiempo
FR	0,0085	<0,001	<0,001	Diferencias entre protocolos y evolución distinta
FP	0,3682	0,4777	0,0336	Evolución distinta entre protocolos
TEMP	0,5200	<0,001	0,4268	Cambió en el tiempo