



## **Casa abierta al tiempo**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Laboratorio Bioquímica de la Reproducción Animal. Departamento en Producción  
Agrícola y Animal

Informe de Conclusión del Servicio Social

“Uso de fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos del sistema  
nervioso autónomo en medicina veterinaria”

Alumno: César Alberto Gil Melchor

Asesores: Dra. Zaire Belen Medina Moctezuma  
Dr. José Antonio Mondragón Herrera

---

Dra. Zaire Belen Medina Moctezuma  
Asesor Interno

---

Dr. José Antonio Mondragón Herrera  
Asesor Interno

---

César Alberto Gil Melchor  
2132037240

## Índice

1. Introducción
  2. Planteamiento del problema y justificación
  3. Objetivos
    - 3.1 Objetivo general
    - 3.2 Objetivos específicos
  4. Material y métodos
  5. Fundamentos del sistema nervioso autónomo
    - 5.1 División simpática y parasimpática: anatomía y función general
    - 5.2 Sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático
    - 5.3 Respuestas fisiológicas antagónicas
  6. Neurotransmisores y receptores: base molecular de la farmacología
    - 6.1 Esquema de neurotransmisión
  7. Farmacología clínica del SNA en veterinaria
    - 7.1 Fármacos de la división parasimpática
      - 7.1.1 Agonistas colinérgicos
      - 7.1.2 Antagonistas colinérgicos
    - 7.2 Fármacos de la división simpática
      - 7.2.1 Agonistas adrenérgicos
      - 7.2.2 Antagonistas adrenérgicos
  8. Consideraciones clínicas integradas y aplicación práctica
    - 8.1 Diferencias por especie
      - 8.1.1 Rumiantes
      - 8.1.2 Equinos
      - 8.1.3 Felinos
      - 8.1.4 Caninos
      - 8.1.5 Porcinos
      - 8.1.6 Síntesis comparativa
    - 8.2 Combinaciones farmacológicas de uso común
    - 8.3 Vigilancia de efectos adversos y contraindicaciones
  9. Producción de material audiovisual didáctico
  10. Conclusión
  11. Bibliografía
- Listado de tablas
- Anexo
- Informe de conclusión

# **Uso de fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos del sistema nervioso autónomo en medicina veterinaria**

## **1. Introducción**

El sistema nervioso autónomo (SNA) está implicado en numerosos procesos fisiológicos involuntarios, como la función cardíaca, respiratoria, digestiva, reproductiva, renal, entre otras (Waxenbaum et al., 2025). El SNA es un componente del sistema nervioso periférico, que se subdivide principalmente en dos ramas nerviosas, la rama simpática y la rama parasimpática. La rama simpática del SNA utiliza como neurotransmisor a la noradrenalina y a la adrenalina que tras la unión con sus receptores  $\alpha$  y  $\beta$  adrenérgicos desencadenan los efectos característicos de este sistema, es decir, la respuesta de "lucha o huida" en el organismo (Navarro, 2002). Por otro lado, la rama parasimpática usa la acetilcolina como neurotransmisor y se activa a través de receptores muscarínicos para regular funciones de "reposo" en el organismo (García, 2006). Por lo tanto, el sistema adrenérgico y muscarínico se refieren a los receptores que responden a neurotransmisores distintos y regulan funciones opuestas o complementarias del cuerpo. En medicina veterinaria, los fármacos agonistas y antagonistas de los receptores muscarínicos y adrenérgicos se emplean para regular diversas funciones del sistema nervioso autónomo. Su uso en la práctica veterinaria está relacionado principalmente a procedimientos anestésicos, sedación, manejo de patologías específicas, favorecer el crecimiento en animales de producción, entre otros (Belda, 2005).

## **2. Planteamiento del problema y justificación**

El estudio y comprensión del sistema nervioso autónomo (SNA) es fundamental en la formación del médico veterinario zootecnista, ya que el SNA regula funciones vitales como la digestión, la respiración, la actividad cardiovascular, la función renal, entre otros. El conocimiento del SNA permite tener las bases fisiológicas para el correcto uso de fármacos agonistas y antagonistas adrenérgicos y muscarínicos, de uso común en la práctica veterinaria. Sin embargo, la complejidad teórica y la abundancia de conceptos podrían dificultar la comprensión y limitar la adecuada aplicación práctica en el ámbito profesional. Por lo tanto, la presente revisión pretende integrar las bases del sistema nervioso autónomo y los recientes avances de fármacos adrenérgicos y muscarínicos en medicina veterinaria, esto como una estrategia para facilitar la comprensión y aplicación de este tema y con ello, contribuir a favorecer la práctica veterinaria.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Comprender la manipulación farmacológica del sistema nervioso autónomo, mediante el uso de fármacos muscarínicos y adrenérgicos de uso habitual en la práctica veterinaria.

### 3.2 Objetivos específicos

- Realizar una actualización bibliográfica del sistema nervioso autónomo.
- Conocer los recientes avances en fármacos agonistas y antagonistas adrenérgicos y muscarínicos de uso ordinario en la medicina veterinaria.
- Integrar las bases del sistema nervioso autónomo con el uso terapéutico de agonistas y antagonistas del sistema nervioso autónomo en animales.
- Producir material audiovisual didáctico, que integre la teoría y ejemplos prácticos.

## 4. Material y métodos

Se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva de los temas: “Sistema nervioso autónomo” y “Fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos de uso frecuente en la práctica veterinaria”, cuyos filtros de selección de la información sean: Con un mínimo de 70% de literatura en inglés, fuentes científicamente confiables (Bases de datos: PUBMED, BIDIUAM, Google académico, etc. Y literatura reciente, no mayor a 10 años de antigüedad. La estrategia de investigación se centrará en la selección de información básica y relevante para la escritura de la revisión del tema. Posteriormente, se identificará contenido significativo, para la posterior elaboración de guiones y esquemas gráficos, que permitan discernir toda la información obtenida. Finalmente, tras la identificación de la información clave del tema se continuará con la producción de al menos de un video educativo.

## 5. Fundamentos del SNA

### 5.1 División simpática y parasimpática: anatomía y función general

El SNA inerva casi a todos los sistemas del organismo, dada su compleja función en la mayoría de los órganos, por lo que el estudio de la función autónoma suele estar vinculado a un órgano de interés específico (Gibbons, 2019). Es importante mencionar que el SNA está bajo el control del hipotálamo, que actúa como integrador para las funciones autónomas. Estas funciones suelen ser tanto viscerales como somáticas y ocurren sin un grado prolongado de control consciente. El hipotálamo controla principalmente mediante la información eferente de la formación reticular, que comprende el centro del tronco encefálico, extendiéndose desde el bulbo raquídeo hasta el mesencéfalo. Las fibras eferentes salen del tronco

encefálico y la médula espinal hacia las divisiones simpática y parasimpática. El hipotálamo también controla la liberación de hormonas de la hipófisis. (Reece, 2015)

Cabe señalar que el SNA es un miembro del sistema nervioso periférico (Waxenbaum et al., 2025), el cual se subdivide, a su vez, en 2 ramas principales: el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático. En este contexto, el sistema nervioso simpático (SNS) está relacionado principalmente a la respuesta "lucha o huida", mientras que el sistema nervioso parasimpático (SNP) está asociado al "estado de reposo", por lo tanto, el SNS y el SNP tienen efectos complementarios en el organismo (Arslan & Ünal, 2022; Navarro, 2002; García, 2006).

## 5.2 Sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático

En relación con lo anterior, el sistema nervioso autónomo incluye las divisiones simpática y parasimpática. Estas dos divisiones generalmente tienen un efecto antagónico sobre varias funciones; por ejemplo, la estimulación del sistema nervioso simpático aumentará la frecuencia cardíaca, mientras que la estimulación del sistema nervioso parasimpático disminuye la frecuencia cardíaca (Akers & Denbow, 2023). Cabe mencionar también al sistema nervioso entérico (SNE) como una red neuronal intrínseca y altamente autónoma del tracto gastrointestinal, considerado por muchos como la tercera división del SNA, cuya actividad es modulada por las entradas simpáticas y parasimpáticas (Sharkey & Mawe, 2023). Es importante destacar que la mayoría de las vísceras reciben inervación tanto simpática como parasimpática, aunque algunas están inervadas únicamente por la división simpática (por ejemplo, las glándulas sudoríparas, el riñón, el músculo liso vascular de la piel y los músculos piloerectores) o únicamente por la división parasimpática (por ejemplo, el músculo esfínter pupilar y las glándulas lagrimales; Reece, 2015)

Anatómicamente, el sistema nervioso simpático está compuesto por dos cadenas simpáticas paravertebrales de ganglios ubicadas a cada lado de la columna vertebral (Grimm et al., 2015). Concretamente, las neuronas presinápticas o preganglionares simpáticas se originan en la médula espinal entre los segmentos T1 y L2 (Rowe et al., 2018) y se proyectan hasta el ganglio paravertebral, donde hacen sinapsis con la neurona postsináptica o también denominada neurona posganglionar, la cual se proyectará a alguno de los órganos del sistema (Rowe et al., 2018). En contraste al sistema simpático, también llamado toracolumbar, el sistema parasimpático emerge del encéfalo y de la región sacra de la columna vertebral, y por ello se denomina sistema craneosacro (Colville & Bassert, 2016). Específicamente, los nervios que lo integran nacen en el encéfalo, formando parte de los nervios craneales, motor ocular común, facial, glosofaríngeo y vago, mientras que en la médula espinal se encuentran a nivel de las raíces sacras (García, 2006).

La siguiente tabla presenta un resumen comparativo de las características anatómicas fundamentales de ambas divisiones.

Tabla 1. Comparación anatómica de las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo.

| Característica    | Sistema Simpático<br>(Toracolumbar)                                                                       | Sistema Parasimpático<br>(Craneosacro)                                                                                                                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Origen Principal  | Médula espinal, segmentos T1 a L2 (raíces ventrales de los nervios espinales torácicos y lumbares altos). | Encéfalo (tronco encefálico)<br>Médula espinal, segmentos S2 a S4 (raíces ventrales de los nervios espinales sacros).                                   |
| Nervios de Salida | Nervios espinales toracolumbares (a través de los ramos comunicantes blancos hacia la cadena simpática).  | Nervios craneales: III (oculomotor), VII (facial), IX (glossofaríngeo), X (vago).<br>Nervios espinales sacros:<br>Nervios esplácnicos pélvicos (S2-S4). |

Elaborada a partir de Colville & Bassert (2016); García Martínez (2006); Grimm et al. (2015); Reece et al. (2015); y Rowe et al. (2018).

### 5.3 Respuestas fisiológicas antagónicas

Dada la innervación dual de la mayoría de los órganos, las divisiones simpática y parasimpática ejercen efectos opuestos o complementarios sobre las funciones viscerales, lo cual puede resumirse de la siguiente manera:

## 6. Neurotransmisores y receptores: Base molecular de la farmacología

En cuanto a la neurotransmisión, la información se comunica de neurona a neurona y de neurona a órgano efector mediante un proceso denominado transmisión neurohumoral. Este proceso implica la liberación, desde una terminal nerviosa, de un neurotransmisor químico que reacciona con áreas receptoras especializadas en la célula innervada, de modo que la activación del receptor desencadena respuestas fisiológicas características en la célula efectora (Riviere & Papich, 2018)

Los neurotransmisores involucrados en el SNA son la acetilcolina, la noradrenalina y la epinefrina. Así, las neuronas preganglionares de las divisiones simpática y parasimpática, como las neuronas posganglionares del sistema nervioso parasimpático, utilizan la acetilcolina (ACh). Sin embargo, la mayoría de las neuronas posganglionares del sistema nervioso simpático utilizan a la noradrenalina y la epinefrina como neurotransmisor (LeBouef et al., 2023), siendo la excepción principal las glándulas sudoríparas estimuladas por el SNS, las cuales tienen neuronas postganglionares colinérgicas o productoras de ACh (Tindle & Tadi, 2022).

Los receptores colinérgicos se organizan en dos subdivisiones principales: muscarínicos y nicotínicos. Los receptores muscarínicos están presentes principalmente en órganos viscerales periféricos, mientras que los receptores nicotínicos se encuentran en los ganglios parasimpáticos y simpáticos, así como en las uniones neuromusculares del músculo esquelético (Mashour & Engelhard, 2019). Por un lado, los receptores muscarínicos son proteínas integrales de membrana compuestas por 5 subtipos (M1-M5) ubicados en diferentes órganos efectores. En este sentido, los receptores M1, M3 y M5 se acoplan a proteínas Gq, que actúan mediante la vía de señalización del IP3, mientras que los receptores M2 y M4 se acoplan a proteínas Gi, que actúan mediante la inhibición de la vía del adenosín monofosfato cíclico (AMPc) (Tindle & Tadi, 2022). Es importante recordar que la acetilcolina también actúa sobre receptores nicotínicos, los cuales son ionotrópicos y median la transmisión rápida en las sinapsis ganglionares autónomas y en la unión neuromuscular. En este contexto, los receptores nicotínicos ganglionares simpáticos se clasifican como receptores nicotínicos neuronales (Nn) (Rowe et al., 2018).

Por otro lado, la noradrenalina y la adrenalina ejercen sus efectos a través de los receptores adrenérgicos, los cuales pertenecen a la superfamilia de los receptores acoplados a proteínas G (GPCR) (Motiejunaite et al., 2021). Estos receptores comparten un mecanismo de acción común: al ser activados por un agonista, sufren un cambio conformacional que permite el acoplamiento y activación de proteínas G heterotriméricas, las cuales modulan la actividad de enzimas efectoras o canales iónicos, desencadenando respuestas intracelulares específicas (Ritter et al., 2024). Los receptores adrenérgicos se dividen en subtipos: los receptores alfa1 se acoplan a proteínas Gq, los receptores alfa2 lo hacen a proteínas Gi, y los receptores beta1, beta2 y beta3 se acoplan a proteínas Gs, estimulando la vía del AMPc (Motiejunaite et al., 2021).

Tabla 2. Respuestas fisiológicas antagónicas mediadas por los sistemas simpático y parasimpático.

| Órgano | Efecto de la Activación | Efecto de la Activación |
|--------|-------------------------|-------------------------|
|--------|-------------------------|-------------------------|

|                             | SIMPÁTICA                                                                            | PARASIMPÁTICA                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Corazón                     | Aumenta la frecuencia cardíaca (Taquicardia) (receptor $\beta_1$ )                   | Disminuye la frecuencia cardíaca (Bradicardia) (receptor $M_2$ ) |
| Vías Aéreas (Bronquios)     | B(receptor $\beta_2$ )<br>broncodilatación                                           | Broncoconstricción (receptor $M_3$ )                             |
| Tracto Gastrointestinal     | Disminuye la motilidad y secreciones (receptor $\alpha_1$ , $\alpha_2$ y $\beta_2$ ) | Aumenta la motilidad y secreciones (receptor $M_3$ )             |
| Vejiga Urinaria             | Relajación del músculo detrusor (receptor $\alpha_1$ y $\beta_2$ )                   | Contracción del músculo detrusor (receptor $M_3$ )               |
| Ojo (Pupila)                | Midriasis (Dilatación)                                                               | Miosis (Contracción)                                             |
| Glándulas (Salivales, etc.) | - (Excepto sudoríparas)*                                                             | Aumento de secreciones (salivales, lagrimales, bronquiales)      |

Nota: Las glándulas sudoríparas son una excepción, ya que son estimuladas por el sistema nervioso simpático a través de neuronas colinérgicas.

Elaborada a partir de Akers & Denbow (2023); García Martínez (2006); Motiejunaite et al. (2021); Navarro (2002); Riviere & Papich (2018); y Tindle & Tadi (2022).

### ● 6.1. Esquema de neurotransmisión

En resumen, la neurotransmisión en las dos divisiones del SNA sigue un patrón característico que se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 3. Esquema de neurotransmisión en las divisiones del sistema nervioso autónomo: neurotransmisor y receptor principal en las neuronas pre y postganglionares.

| División del SNA | Neurona       | Neurotransmisor    | Receptor Principal |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Simpática        | Preganglionar | Acetilcolina (ACh) | Nicotínico (Nn)    |



|               |                |                    |                                                                 |
|---------------|----------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Simpática     | Postganglionar | Noradrenalina (NA) | Adrenérgico ( $\alpha 1$ , $\alpha 2$ , $\beta 1$ , $\beta 2$ ) |
| Parasimpática | Preganglionar  | ACh                | Nicotínico (Nn)                                                 |
| Parasimpática | Postganglionar | ACh                | Muscarínico (M1-M5)                                             |

Nota: La excepción principal son las glándulas sudoríparas y algunos vasos sanguíneos en músculo esquelético inervados por el SNS, que tienen neuronas postganglionares colinérgicas (Tindle & Tadi, 2022).

Elaborada a partir de LeBouef et al. (2023); Riviere & Papich (2018); Rowe et al. (2018); y Tindle & Tadi (2022).

## 7. Farmacología Clínica del SNA en Veterinaria

En términos farmacológicos fundamentales, los fármacos que actúan sobre receptores pueden ser agonistas o antagonistas. Los agonistas inducen cambios en la función celular, lo que origina efectos de diferentes tipos; los antagonistas se unen a receptores sin iniciar esos cambios (Ritter et al., 2024). En medicina veterinaria, el conocimiento de la fisiología del SNA ha permitido la utilización y selección de fármacos agonistas y antagonistas tanto muscarínicos como adrenérgicos para regular diversas funciones del organismo. Estos fármacos tienen numerosas funciones, una de las más aplicadas ha sido el uso de farmacoterapias en patologías del SNA, por lo que su principal acción es la modulación de la transmisión neuronal (Chattopadhyay & Pal, 2024). Sin embargo, la función de dichos fármacos, no solo se limita al tratamiento de patologías, si no que, permite la regulación de las señales nerviosas mediante su uso como sedantes y anestésicos, entre otras funciones (Belda, 2005). Por lo tanto, a continuación, se describen con mayor detalle el uso de fármacos colinérgicos y adrenérgicos en la práctica veterinaria.

### 7.1 Fármacos de la División Parasimpática

La manipulación farmacológica de la división parasimpática se logra mediante agonistas que imitan la acción de la acetilcolina o antagonistas que la bloquean, permitiendo corregir desequilibrios en el tono colinérgico en diversas condiciones clínicas (Reza et al., 2023). Respecto a los fármacos muscarínicos, el sistema colinérgico muscarínico constituye una vía neural importante para regular las funciones de los órganos en el sistema nervioso periférico. Por ejemplo, los receptores muscarínicos regulan el tono del músculo liso y la secreción glandular, y modulan la función cardíaca. En el SNC, estos receptores están involucrados en el control motor, la regulación de la temperatura y la función cardiovascular, así como en la memoria (Abraham, 2016)

### 7.1.1 Agonistas colinérgicos

La activación de los receptores muscarínicos desencadena una cascada de señalización intracelular que modula segundos mensajeros y canales iónicos, produciendo las respuestas fisiológicas típicas de la división parasimpática. La especificidad del efecto depende del subtipo de receptor muscarínico presente en cada tejido (Pappano, 2018). Basándose en este mecanismo, los agonistas muscarínicos son fármacos que imitan a la acetilcolina al unirse y activar estos receptores. Su acción da como resultado efectos concretos como el aumento de secreciones glandulares, la contracción del músculo liso gastrointestinal y bronquial, y la bradicardia (Riviere & Papich, 2018).

En veterinaria, la Pilocarpina es un agonista utilizado tópicamente para el tratamiento del glaucoma en perros, ya que induce la mitosis y mejora el drenaje del humor acuoso (Gelatt & Gilger, 2021; Park, 2018). Este fármaco actúa estimulando los receptores muscarínicos M3 presentes en el músculo esfínter del iris, provocando su contracción y generando miosis; además, estimula los receptores M3 del músculo ciliar, lo que facilita la apertura del ángulo iridocorneal y mejora el drenaje del humor acuoso a través del conducto de Schlemm, reduciendo así la presión intraocular (Levin et al., 2024).

Otro ejemplo es el Betanecol, empleado para estimular la contracción de la vejiga en casos de atonía urinaria post-quirúrgica en pequeñas especies (Plumb, 2018). Este fármaco actúa sobre los receptores muscarínicos M3 del músculo detrusor de la vejiga, induciendo su contracción, y simultáneamente promueve la relajación del trigono vesical y el esfínter uretral, lo que facilita el vaciado completo de la vejiga (Upadhyay et al., 2025).

### 7.1.2 Antagonistas colinérgicos

Por su parte, los antagonistas de los receptores muscarínicos son fármacos que ejercen su acción al bloquear de forma competitiva la unión de la acetilcolina a sus receptores, lo que resulta en la inhibición de las señales colinérgicas del sistema nervioso parasimpático (Riviere & Papich, 2018); así su bloqueo genera un conjunto característico de efectos fisiológicos. De este modo, al contrarrestar la acción parasimpática, estos antagonistas producen midriasis, taquicardia, reducción de secreciones glandulares y relajación de la musculatura lisa (Naji & Gatling, 2025). Los fármacos anticolinérgicos se utilizan en anestesia veterinaria para tratar o prevenir la bradicardia anestésica y preanestésica, disminuir las secreciones de las vías respiratorias y salivales, dilatar la pupila, bloquear los reflejos mediados por el vago (viscerovagal, oculocardíaco y de Branham) y bloquear los efectos de los fármacos parasimpaticomiméticos (Lerche, 2024).

Un ejemplo representativo es la atropina, ampliamente utilizada en medicina veterinaria como premedicación anestésica para reducir secreciones y prevenir

bradiarritmias, y como antídoto en intoxicaciones por organofosforados (Pugh et al., 2016). La atropina ejerce sus efectos al actuar como antagonista competitivo de los receptores muscarínicos, bloqueando la unión de la acetilcolina en diferentes tejidos. En el corazón, actúa sobre los receptores M2 del nódulo sinoauricular, inhibiendo el efecto vagal y produciendo taquicardia (Lerche, 2024). En el ojo, bloquea los receptores M3 del músculo esfínter del iris, impidiendo su contracción y generando midriasis (dilatación pupilar); además, bloquea los receptores M3 del músculo ciliar, causando cicloplejía (parálisis de la acomodación) (Levin et al., 2024). En las glándulas salivales, bronquiales y sudoríparas, el bloqueo de receptores M3 reduce significativamente las secreciones (Riviere & Papich, 2018).

- 7.2 Fármacos de la División Simpática

En lo que concierne a los fármacos adrenérgicos, el sistema adrenérgico es el principal mediador de la respuesta de "lucha o huida" del sistema nervioso simpático. Sus efectos se ejercen a través de los neurotransmisores noradrenalina y adrenalina, que actúan sobre receptores alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ). La amplia distribución de estos receptores en el organismo les permite regular funciones críticas como la frecuencia cardíaca, la contractilidad del miocardio, el tono vascular y el calibre (o la apertura) de las vías aéreas (Riviere & Papich, 2018). En medicina veterinaria, los fármacos que modulan este sistema son esenciales para el tratamiento de diversas afecciones, desde el shock y la insuficiencia cardíaca hasta el broncoespasmo.

- 7.2.1 Agonistas adrenérgicos

En el caso de los agonistas adrenérgicos, estos simulan los efectos de las catecolaminas endógenas uniéndose a los receptores alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), pueden producir vasoconstricción, aumento de la frecuencia cardíaca y contractilidad, y broncodilatación (Riviere & Papich, 2018). Estos efectos se aprovechan clínicamente con el uso de la adrenalina (epinefrina), un fármaco de emergencia fundamental para el tratamiento de la anafilaxia y en protocolos de reanimación cardiopulmonar (Dalal & Grujic, 2024). En el sistema respiratorio, activa receptores  $\beta_2$  en el músculo liso bronquial, produciendo broncodilatación. Estos efectos combinados la hacen fundamental en el tratamiento de la anafilaxia, revirtiendo el broncoespasmo, el colapso vascular y el edema, y en la reanimación cardiopulmonar donde se busca restaurar la perfusión coronaria y cerebral (Nemery et al., 2020).

La adrenalina ejerce sus efectos mediante la activación de receptores adrenérgicos en diferentes tejidos. En el corazón, estimula los receptores  $\beta_1$  del miocardio y del nódulo sinoauricular, aumentando la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción (Rana, 2025). En el sistema vascular, activa receptores  $\alpha_1$  en el músculo liso de los vasos sanguíneos de la piel, mucosas y riñón, provocando vasoconstricción y aumentando la resistencia vascular periférica; simultáneamente, estimula receptores

$\beta_2$  en los vasos del músculo esquelético y coronarios, generando vasodilatación y redirigiendo el flujo sanguíneo hacia órganos vitales (Boarder et al., 2017).

La dobutamina, por su parte, es un agonista con selectividad predominante por receptores  $\beta_1$  del miocardio. Al activar estos receptores en el músculo cardíaco, aumenta la contractilidad (inotropismo positivo) sin incrementar significativamente la frecuencia cardíaca ni la resistencia vascular periférica, lo que mejora el gasto cardíaco y la perfusión tisular en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda (Kittleson & Kienle, 2020; Riviere & Papich, 2018).

- 7.2.2 Antagonistas adrenérgicos

Por otra parte, los antagonistas adrenérgicos bloquean los receptores alfa o beta, inhibiendo la acción del sistema nervioso simpático. Así, los beta-bloqueadores, como el Propranolol, disminuyen la frecuencia y contractilidad cardíaca, siendo útiles en el manejo de taquiarritmias en perros y gatos (Riviere & Papich, 2018). Por ejemplo, el Atenolol, un  $\beta_1$ -bloqueador selectivo, es preferido para el tratamiento crónico de la miocardiopatía hipertrófica en gatos debido a sus efectos cardioprotectores. Por su parte, los alfa-bloqueadores como el Prazosín se utilizan en el manejo de la insuficiencia cardíaca congestiva en perros por su efecto vasodilatador, y para facilitar la micción en casos de disfunción del esfínter uretral (Plumb, 2018).

## 8. Consideraciones Clínicas Integradas y Aplicación Práctica

La aplicación segura y efectiva de fármacos que actúan sobre SNA en medicina veterinaria requiere integrar el conocimiento farmacológico con las marcadas diferencias fisiológicas entre especies. Ignorar estas variantes puede llevar a una eficacia terapéutica subóptima, a reacciones adversas severas o, en el peor de los casos, a la muerte del paciente. Este apartado aborda las consideraciones prácticas esenciales para el clínico.

- 8.1. Diferencias por especie

La respuesta a los fármacos que actúan sobre el sistema nervioso autónomo no es uniforme entre las distintas especies animales. Esta variación se debe a diferencias fundamentales en la distribución y tipo de receptores, en las vías de metabolismo de los fármacos y en la fisiología general de cada especie (Plumb, 2018).

- 8.1.1. Rumiantes (Bovinos, Ovinos, Caprinos)

**Característica Principal: Hipersensibilidad a los Agonistas Alfa-2 Adrenérgicos.**

Se ha documentado que los rumiantes presentan una elevada sensibilidad a los agonistas  $\alpha$ 2-adrenérgicos, en particular al clorhidrato de xilacina. La administración de dosis altas puede inducir efectos adversos como salivación excesiva, regurgitación del contenido ruminal, atonía reticulorruminal y meteorismo. En casos severos, estos efectos pueden complicarse con neumonía por aspiración. Por ello, se recomienda emplear dosis reducidas en comparación con las utilizadas en otras especies animales. (Vasquez, 2024)

#### 8.1.2. Equinos

**Característica Principal: Sensibilidad cardiovascular extrema y necesidad de reversión controlada.**

Los caballos son muy sensibles a los efectos cardiovasculares de los agonistas alfa-2, desarrollando comúnmente bradicardia sinusal marcada y bloqueos auriculoventriculares que pueden comprometer el gasto cardíaco. Para revertir estos efectos, se desaconseja el uso de anticolinérgicos como la atropina por su potencial para inducir taquiarritmias y aumento de la demanda de oxígeno miocárdico. La práctica actual prioriza el uso titulado de antagonistas específicos alfa-2 (tolazolina, atipamezol) bajo monitorización estrecha, debido a su potencial para causar excitación y una respuesta variable (Zeiler, 2015). La recuperación debe realizarse en un ambiente tranquilo para evitar sobresaltos paradójicos.

#### 8.1.3. Felinos

**Característica Principal: Idiosincrasia metabólica y predominio vagal.**

Los gatos presentan una respuesta emética confiable a agonistas alfa-2 como la xilazina, la cual se considera un fármaco seguro y razonablemente eficaz para la inducción del vómito en casos de intoxicación. Sin embargo, este efecto terapéutico conlleva un riesgo importante, ya que la sedación concomitante puede comprometer los reflejos protectores de las vías respiratorias y aumentar el peligro de aspiración, especialmente en animales con estómago lleno o con alteración del nivel de conciencia (Thies et al., 2017)

Además, poseen un tono vagal muy alto, manifestado como bradicardia intensa con fármacos como la xilazina, que produce las frecuencias cardíacas más bajas en protocolos anestésicos. La respuesta cardiovascular, medida por HRV, Heart Rate Variability (Variabilidad de Frecuencia Cardíaca), varía según el fármaco administrado, demostrando que su actividad autonómica basal es potenciada por la elección anestésica. Finalmente, su metabolismo único, con deficiencia en glucuronidación, prolonga la vida media y aumenta la toxicidad de muchos fármacos (Panprom et al., 2024).

8.1.4. Caninos

**Característica Principal: Especie de Referencia y Mayor Margen de Seguridad Relativo.**

Los perros presentan un perfil de respuesta predecible y un margen de seguridad mayor para los agonistas alfa-2, como la dexmedetomidina. Estos fármacos son pilares de los protocolos de neuroleptanalgesia (combinados con opioides), reduciendo significativamente la necesidad de anestésicos generales (Pypendop & Martin, 2015). Su principal ventaja clínica es la disponibilidad del antagonista selectivo atipamezol, que permite una reversión rápida, completa y controlada de la sedación, optimizando la seguridad. Además, otros fármacos del SNA como los bloqueadores beta (atenolol, propranolol) son de uso rutinario en el manejo de arritmias, cardiomiopatías e hipertiroidismo (Mathews et al., 2018).

8.1.5. Porcinos

**Característica Principal: Respuesta impredecible y dependiente del estrés.**

Los cerdos son notablemente resistentes a los efectos sedantes de los agonistas alfa-2, requiriendo dosis muy altas. La sedación resultante es a menudo incompleta y puede intercalarse con episodios de excitación motora. Su respuesta está fuertemente influenciada por el estrés ambiental; la liberación endógena de catecolaminas durante la inmovilización puede antagonizar por completo los efectos del fármaco. Por estas razones, los agonistas alfa-2 no son fármacos de primera elección en esta especie, prefiriéndose combinaciones como ketamina-azaperona (Costea et al., 2023).

8.1.6. Síntesis Comparativa

La siguiente tabla resume las diferencias clave para una consulta rápida en la práctica clínica:

Tabla 4. Perfil especie-específico de agonistas alfa-2 adrenérgicos seleccionados.

| Especie   | Fármaco    | Efecto              | Peligros                              |
|-----------|------------|---------------------|---------------------------------------|
| Rumiantes | Xilacina   | Sedación profunda   | Atonía ruminal, regurgitación, aborto |
| Equinos   | Detomidina | Sedación, Analgesia | Bradicardia severa, bloqueos AV       |
| Felinos   | Xilazina   | Sedación, Emesis    | Vómito profuso, bradicardia           |

|          |                 |                      |                                           |
|----------|-----------------|----------------------|-------------------------------------------|
| Caninos  | Dexmedetomidina | Sedación reversible  | Bradicardia, vómito                       |
| Porcinos | Xilazina        | Sedación inconstante | Excitación paradójica, estrés-dependencia |

Elaborada a partir de Costea et al. (2023); Panprom et al. (2024); Plumb (2018); Pypendop & Martin (2015); Thies et al. (2017); Vasquez Guevara (2024); y Zeiler (2015).

## 8.2. Combinaciones Farmacológicas de Uso Común

En la práctica clínica veterinaria, es frecuente recurrir a combinaciones de fármacos que actúan sobre el sistema nervioso autónomo para potenciar efectos deseables, minimizar reacciones adversas o lograr objetivos terapéuticos múltiples de manera simultánea. Estas combinaciones deben basarse en un conocimiento sólido de las interacciones farmacodinámicas y de las particularidades de cada especie.

### 8.2.1. Neuroleptanalgesia: Agonistas $\alpha$ -2 adrenérgicos y opioides

Una de las combinaciones más empleadas en la práctica de pequeños animales es la de un agonista  $\alpha$ -2 adrenérgico (como dexmedetomidina, medetomidina o xilacina) con un opioide (como butorfanol, buprenorfina o morfina). Esta asociación produce neuroleptanalgesia, un estado caracterizado por sedación profunda, analgesia potente e inmovilización, que resulta ideal para procedimientos diagnósticos o quirúrgicos menores, así como para la premedicación anestésica (Steagall et al., 2017).

### 8.2.2. Combinación de anticolinérgicos con agonistas $\alpha$ -2 adrenérgicos

Dado que los agonistas  $\alpha$ -2 adrenérgicos producen bradicardia significativa como parte de su mecanismo de acción (por aumento del tono vagal y disminución del tono simpático), es práctica común en algunas especies y contextos combinarlos con fármacos anticolinérgicos como la atropina o el glicopirrolato para prevenir o tratar esta bradicardia (Lerche, 2024).

### 8.2.3. Asociaciones para el manejo de emergencias cardiovasculares

En reanimación cardiopulmonar, la adrenalina se combina con atropina cuando se sospecha paro por hipertonía vagal, buscando restablecer la actividad cardíaca. La sinergia entre la adrenalina (estimulante cardíaco y vasoconstrictor) y la atropina (bloqueador vagal) busca restablecer la actividad eléctrica cardíaca y la perfusión tisular (Mazzaferro, 2020).

## 8.3. Vigilancia de Efectos Adversos y Contraindicaciones

Efectos adversos frecuentes:

- Agonistas  $\alpha$ -2: Bradicardia, bloqueos AV, vómito (perros/gatos), atonía ruminal (rumiantes), hiperglucemia (Riviere & Papich, 2018; Grimm et al., 2015; Vasquez, 2024).
- Agonistas  $\beta$  (adrenalina, dobutamina): Taquicardia, hipertensión, arritmias ventriculares (Rana, 2025; Boarder et al., 2017).
- Anticolinérgicos (atropina): Taquicardia, midriasis, disminución de motilidad gastrointestinal, xerostomía (Lerche, 2024; Naji & Gatling, 2025).
- Betabloqueantes (atenolol, propranolol): Bradicardia excesiva, broncoconstricción (no selectivos), hipotensión (Kittleson & Kienle, 2020; Plumb, 2018).

Contraindicaciones principales:

- Agonistas  $\alpha$ -2: Evitar en shock hipovolémico, obstrucción gastrointestinal, insuficiencia cardíaca avanzada. Usar con precaución en gestación avanzada (riesgo de aborto en rumiantes) (Grimm et al., 2015; Vasquez, 2024).
- Anticolinérgicos: Contraindicados en glaucoma de ángulo cerrado y taquiarritmias (Lerche, 2024; Levin et al., 2024).
- Betabloqueantes: Evitar en bradicardia severa, bloqueo cardíaco, insuficiencia cardíaca descompensada. Precaución en asma bronquial (Kittleson & Kienle, 2020; Riviere & Papich, 2018).

Monitorización básica requerida:

Frecuencia y ritmo cardíaco, frecuencia respiratoria, presión arterial, temperatura, nivel de conciencia. La detección temprana de efectos adversos permite instaurar medidas correctivas como antagonistas específicos (Riviere & Papich, 2018).

## **9. Producción de Material audiovisual didáctico**

Como parte de los objetivos de la presente revisión, se elaboró material audiovisual para facilitar la comprensión e integración de los conceptos teóricos con su aplicación práctica en la clínica veterinaria. Este material está dirigido a estudiantes de medicina veterinaria que deseen actualizar sus conocimientos sobre la farmacología del sistema nervioso autónomo.



El contenido audiovisual consistió en un vídeo titulado "Uso de fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos del sistema nervioso autónomo en medicina veterinaria", con una duración total aproximada de 13 minutos. Para su elaboración se utilizó material gráfico libre de derechos de autor (imágenes, diagramas y música sin copyright), así como diseños propios creados específicamente para este proyecto. El material audiovisual fue entregado y aceptado por los asesores. El vídeo se estructuró en cinco secciones principales:

- Introducción
- Anatomía y fisiología del SNA
- Farmacología aplicada
- Consideraciones clínicas
- Cierre y mensaje final

La edición y postproducción del vídeo se realizó con el programa Kandelive, una herramienta de edición de vídeo accesible y funcional para fines educativos. Se prevé su difusión en plataformas de acceso abierto y su integración como recurso de apoyo en cursos de farmacología veterinaria.

## **10. Conclusión**

El sistema nervioso autónomo constituye un pilar fundamental en la regulación de las funciones vitales del organismo animal, y su comprensión resulta indispensable para el ejercicio clínico del médico veterinario. La presente revisión ha permitido integrar las bases anatómicas y fisiológicas del SNA con la farmacología de los fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos, destacando su relevancia en la práctica veterinaria diaria.

A lo largo del documento, se ha evidenciado que los fármacos que modulan el SNA no se limitan al tratamiento de patologías específicas, sino que constituyen herramientas esenciales en procedimientos anestésicos, manejo de emergencias y control de funciones fisiológicas en diversas especies. La correcta selección y administración de estos agentes requiere un conocimiento profundo de los mecanismos de acción a nivel de receptores, así como de las marcadas diferencias interespecie que determinan la respuesta farmacológica.

Las consideraciones clínicas integradas presentadas en este trabajo resaltan la importancia de adaptar los protocolos terapéuticos a cada especie, reconociendo las particularidades de rumiantes, équidos, felinos, caninos y porcinos. La vigilancia de efectos adversos y el conocimiento de las combinaciones farmacológicas de uso

común son aspectos que todo clínico debe dominar para garantizar la seguridad y eficacia de los tratamientos.

Finalmente, la producción de material audiovisual didáctico complementa los objetivos de esta revisión al ofrecer un recurso accesible y dinámico que facilita la transferencia del conocimiento teórico a la práctica clínica. Se espera que este trabajo contribuya a la formación de profesionales más competentes en el manejo farmacológico del sistema nervioso autónomo y, en última instancia, a mejorar la calidad de la atención veterinaria.

## **Bibliografía**

Abraham, G. (2016). The importance of muscarinic receptors in domestic animal diseases and therapy: Current and future perspectives. *The Veterinary Journal*.

Akers, R. M., Denbow, D. M. (2023). *Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Reino Unido: Wiley.

Arslan, D., & Ünal Çevik, I. (2022). Interactions between the painful disorders and the autonomic nervous system. *Agri: Journal of the Turkish Society of Algology*, 34(3).

Belda, E. (2005). Agonistas  $\alpha$ -2 adrenérgicos en sedación y anestesia veterinaria. In *Anales de veterinaria de Murcia* (Vol. 21, pp. 23-33).

Boarder, M., Boarder, M. R., Dixon, C. J., Newby, D., Navti, P., & Zetterström, T. (2017). *Pharmacology for pharmacy and the health sciences: A patient-centred approach* (2<sup>a</sup> ed.). Oxford University Press.

Chattopadhyay, M., & Pal, B. (2024). Drugs acting on the autonomic nervous system. En R. Chakraverty, R. Mathur, & P. Chakraborty (Eds.), *Essentials of pharmacodynamics and drug action* (pp. 45-68). Springer.

Colville, T. P., Bassert, J. M. (2016). *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians*. Reino Unido: Elsevier.

Costea, R., Ene, I., & Pavel, R. (2023). Pig sedation and anesthesia for medical research. *Animals*, 13(24), 3807.

Dalal, R., & Grujic, D. (2024). Epinefrina. En *StatPearls*. StatPearls Publishing.

García Martínez, E. (2006). Sistema nervioso autónomo. En J. A. Fernández-Tresguerres Hernández & C. Ariznavarreta Ruiz (Dirs.), Fisiología humana (pp. 140-148). McGraw-Hill Interamericana

Gelatt, K. N., & Gilger, B. C. (Eds.). (2021). Veterinary Ophthalmology (6th ed., Vol. 1-2). John Wiley & Sons.

Gibbons, C. H. (2019). Basics of autonomic nervous system function. Handbook of clinical neurology, 160, 407-418.

Grimm, K. A., Lamont, L. A., Robertson, S. A., Greene, S. A. y Tranquilli, W. J. (Eds.). (2015). Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones. Wiley. (pp. 561)

Kittleson, M. D. (2000). Medicina cardiovascular de pequeños animales. España: Multimédica.

LeBouef, T., Yaker, Z., & Whited, L. (2023). Physiology, Autonomic Nervous System. En StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538516/>

Lerche, P. (2024). Anticholinergics. Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Sixth Edition of Lumb and Jones

Levin, L. A., Hartnett, M. E., & Kaufman, P. L. (Eds.). (2024). Adler's physiology of the eye (12<sup>a</sup> ed.). Elsevier.

Mashour, G. A., & Engelhard, K. (Eds.). (2019). Oxford textbook of neuroscience and anaesthesiology. Oxford University Press.

Mathews, K. A., Sinclair, M., Steele, A. M., Grubb, T. (2018). Analgesia and Anesthesia for the Ill Or Injured Dog and Cat. Alemania: Wiley.

Mazzaferro, E. (Ed.). (2020). Emergency and critical care of small animals. Elsevier. (Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Vol. 50, Número 6)

Motiejunaite, J., Amar, L., & Vidal-Petiot, E. (2021, June). Adrenergic receptors and cardiovascular effects of catecholamines. In Annales d'endocrinologie (Vol. 82, No. 3-4, pp. 193-197). Elsevier Masson

Naji, A., & Gatling, J. W. (2025). Muscarinic antagonists. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Navarro, X. (2002). Fisiología del sistema nervioso autónomo. Revista Neurológica, 35(6), 553-562.

Panprom, C., Pattanapon, N. y Petchdee, S. (2024). Los efectos de la elección del fármaco anestésico en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y los parámetros ecocardiográficos en gatos. *Scientific Reports* , 14 (1), 316

Pappano, AJ (2018). Fármacos activadores de los colinoceptores e inhibidores de la colinesterasa. *Farmacología básica y clínica*. McGraw Hill Professional, Nueva York, NY , 107-123.

Park S. (2018). Analysis of Anterior Ocular Segment Using Ultrasound Biomicroscopy in Normal Pigeons and Topical Anti-Glaucoma Drug. Treated Dogs. Tesis doctoral, Seoul National University

Plumb, D. C. (2018). *Plumb's Veterinary Drug Handbook: Desk*. Reino Unido: Wiley.

Pugh, D. G., Baird DVM, M. (2011). *Sheep & Goat Medicine - E-Book*. Reino Unido: Saunders.

Pypendop, B. H., & Martin, D. D. (2015). \*Alpha-2 agonists: Ups and downs of their use. North American Veterinary Community (NAVC) Conference, Orlando, FL.

Rana, T. (Ed.). (2025). *Principles of veterinary animal physiology*. CRC Press.

Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (Eds.). (2015). *Dukes' physiology of domestic animals* (13a ed.). John Wiley & Sons, Incorporated

Reza, K. H., Das, P. P., Hossain, C. M., Shaharyar, M. A., Pal, S., Ali, S. Z., & Kazmi, I. (2023). Mechanism of action of cholinergic drugs. In *How Synthetic Drugs Work* (pp. 27-46). Academic Press.

Ritter, J. M., Flower, R. J., Henderson, G., Loke, Y. K. y MacEwan, D. (2024). *Rang & Dale. Farmacología* (10ª ed.). Elsevier.

Riviere, J. E. & Papich, M. G. (Eds.). (2018). *Veterinary Pharmacology and Therapeutics* (9th ed.). Wiley.

Rowe, J. A., McMurphy, R. M., Lutjemeier, B. J., & Kenney, M. J. (2018). Introduction to the Autonomic Nervous System and Autonomic Pharmacology. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 113-130.

Sharkey, KA y Mawe, GM (2023). El sistema nervioso entérico. *Revisiones fisiológicas* , 103 (2), 1487-1564.

Steagall, P., Taylor, P., & Robertson, S. (Eds.). (2017). *Feline anesthesia and pain management*. John Wiley & Sons.

Thies, M., Bracker, K., & Sinnott, V. (2017). Retrospective evaluation of the effectiveness of xylazine for inducing emesis in cats: 48 cats (2011–2015). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 27(6), 658-661.

Tindle, J., & Tadi, P. (2022). Neuroanatomy, parasympathetic nervous system. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.

Upadhyay, P. K., Korrapati, N., Rao, P. M., Katayani, B. M., Kit-Kay, M., & Trivedi, V. (2025). Text book of medicinal chemistry-I: According to latest syllabus of B Pharm-IV of Pharmacy Council of India. Shashwat Publication.

Vasquez Guevara, J. (2024). Eficacia comparativa de xilacina, lidocaína y xilacina-lidocaína para anestesia epidural en cirugías perineales de vacunos mediante la prueba de sensibilidad.

Waxenbaum JA, Reddy V, Varacallo MA. Anatomy, Autonomic Nervous System. [Updated 2023 Jul 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539845/>

Zeiler, G. E. (2015). A review of clinical approaches to antagonism of alpha2-adrenoreceptor agonists in the horse. *Equine Veterinary Education*, 27(1), 48-54.

## **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1. Comparación anatómica de las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo.

Tabla 2. Respuestas fisiológicas antagónicas mediadas por los sistemas simpático y parasimpático.

Tabla 3. Esquema de neurotransmisión en las divisiones del sistema nervioso autónomo: neurotransmisor y receptor principal en las neuronas pre y postganglionares.

Tabla 4. Perfil especie-específico de agonistas alfa-2 adrenérgicos seleccionados.

## **ANEXO**

### **Informe de Conclusión del Servicio Social.**

**Título del Proyecto:** Uso de fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos del sistema nervioso autónomo en medicina veterinaria

**Periodo de realización:** 15/10/2026 - 15/04/2026

#### **1. Introducción**

El presente informe detalla las actividades realizadas durante el servicio social, el cual tuvo como objetivo central la sistematización del conocimiento sobre la farmacología del sistema nervioso autónomo (SNA) y su aplicación en la clínica veterinaria. Esta labor respondió a la necesidad de generar materiales de actualización y apoyo didáctico que faciliten la comprensión de un tema de alta complejidad teórica pero de enorme relevancia práctica para el médico veterinario zootecnista.

#### **2. Actividades Realizadas**

Durante el período de servicio social, se desarrollaron las siguientes actividades, alineadas con los objetivos del proyecto general:

**Revisión bibliográfica especializada:** Se realizó una búsqueda y análisis exhaustivo de la literatura actualizada (últimos 10 años) en bases de datos como PUBMED, Google Académico y BIDIUAM, enfocándose en los fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos (ej. pilocarpina, atropina) y adrenérgicos (ej. adrenalina, dobutamina, xilacina).

**Sistematización de información:** Se organizó la información recabada en tablas comparativas y esquemas (anatomía del SNA, mecanismos de neurotransmisión, diferencias por especie) para integrar las bases fisiológicas con el uso terapéutico.

**Análisis de diferencias por especie:** Se estudiaron y resumieron las respuestas particulares a fármacos del SNA en rumiantes, equinos, felinos, caninos y porcinos, identificando factores de riesgo y contraindicaciones.

**Producción de material didáctico:** Se elaboró el guión y se produjo un vídeo educativo titulado "Uso de fármacos agonistas y antagonistas muscarínicos y adrenérgicos...", de 13 minutos de duración, utilizando el programa de edición Kandelive y recursos gráficos libres de derechos.

#### **3. Logros y Resultados Obtenidos**

Como resultado directo de las actividades, se obtuvieron los siguientes productos:

Documento de revisión: Un texto estructurado que integra desde los fundamentos del SNA hasta consideraciones clínicas avanzadas (combinaciones farmacológicas, vigilancia de efectos adversos).

Material audiovisual didáctico: Un vídeo educativo de acceso abierto, estructurado en cinco secciones (introducción, anatomía, farmacología, clínica y cierre), que servirá como recurso de apoyo en cursos de farmacología veterinaria.

Tablas de consulta rápida: Se generaron tablas comparativas (diferencias interespecie, respuestas antagónicas) que facilitan la toma de decisiones en la práctica clínica diaria.

#### 4. Conclusión y Aportación Profesional

La realización de este servicio social representó una oportunidad invaluable para consolidar mis conocimientos en un área farmacológica compleja pero esencial. El principal aporte del proyecto fue la creación de un recurso (revisión escrita y material audiovisual) que traduce la teoría de la neurotransmisión autónoma en aplicaciones prácticas y seguras para el clínico veterinario. Se logró no solo actualizar la información, sino también presentarla de manera didáctica, considerando las particularidades por especie, lo que impacta directamente en la mejora de la praxis profesional. Este trabajo cumple con el objetivo de vincular el conocimiento académico con las necesidades del sector veterinario, fortaleciendo mi formación como futuro profesionalista.