

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Descripción de la efectividad del protocolo de anestesia general inyectable remoto de Medetomidina-Ketamina-Atipamezol en venados de cola blanca *Odocoileus virginianus* en altura**

**Santiago Xavier Montalvo Mejía**

**Medicina Veterinaria**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Médico veterinario

Quito, 18 de mayo de 2023

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Descripción de la efectividad del protocolo de anestesia general inyectable  
remoto de Medetomidina-Ketamina-Atipamezol en venados de cola blanca  
Odocoileus virginianus en altura**

**Santiago Xavier Montalvo Mejía**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Rommel Lenin Vinueza DMVZ, Ms.C**

Quito, 18 de mayo de 2023

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Santiago Xavier Montalvo Mejía

Código: 00205972

Cédula de identidad: 1720205309

Lugar y fecha: Quito, 18 de mayo de 2023

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

Existen varios protocolos disponibles para realizar contención química en venados de cola blanca. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el protocolo anestésico a utilizarse es un punto crítico, ya que el tiempo en el que los fármacos actúan y cuánto durará la anestesia también servirán para determinar posibles situaciones adversas que se presenten durante el protocolo anestésico y de esta manera salvaguardar el animal.

Este trabajo presenta los tiempos en el que el protocolo anestésico Medetomidina-Ketamina-Atipamezol actúa en cuanto a la inducción y reversión en 20 venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Se describen los cambios en los tiempos de decúbito esternal y lateral, así como los tiempos en los que los animales levantan la cabeza y se ponen de pie. Este estudio se realizó a una altura aproximada de 2800 msnm y, hasta donde sabemos, no se han encontrado estudios previos que describan este tipo de protocolos a esta altura. No existe información referente a anestesia de venados en el país, por lo que la información generada en este trabajo permitirá disponer de datos que sean de utilidad para futuros trabajos que involucren venados de cola blanca que deban ser trasladados o para la realización de procedimientos quirúrgicos, médicos u otros en estos animales. Se determinó que el protocolo anestésico fue efectivo, no se presentaron complicaciones y se corroboró los datos obtenidos con fuentes bibliográficas.

**Palabras clave:** Ketamina, Medetomidina, Atipamezol, Venados, Anestesia, Inducción, Reversión.

## ABSTRACT

There are several protocols available for performing chemical containment on whitetail deer. However, it is important to take into account the anesthetic protocol to be used is a critical point, since the time in which the drugs act and how long the anesthesia will last will also serve to determine possible adverse situations that arise during the anesthetic protocol and this way safeguard the animal.

This work presents times in which the Medetomidine-Ketamine-Atipamezole anesthetic protocol acts in terms of induction and reversal in 20 white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). Changes in sternal and lateral decubitus times are described, as well as the times at which animals raise their heads and stand up. This study was carried out at an approximate height of 2800 masl and, to the best of our knowledge, no previous studies have been found that describe this type of protocol at this altitude. There is no information regarding deer anesthesia in the country, so the information generated in this work will provide useful data for future work involving white-tailed deer that must be transferred, for performing surgical procedures, medical procedures or others on these animals. It was determined that the anesthetic protocol was effective, there were no complications and the data obtained was corroborated with bibliographic sources.

**Key words:** Ketamine, Medetomidine, Atipamezole, Deer, Anesthesia, Induction, Reversal.

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>12</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>15</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>21</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>29</b>
<b>Anexo A: Datos de excel con los que se realizó la figura 1 .....</b>	<b>33</b>
<b>Anexo B: Datos de excel con los que se realizó la figura 2 .....</b>	<b>34</b>
<b>Anexo C: Datos de excel con los que se realizó la figura 3 .....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Dosis administradas del protocolo Medetomidina-Ketamina-Atipamezol.....	15
<b>Figura 2:</b> Tiempos registrados para cada posición adoptada por el animal.....	17
<b>Figura 3:</b> Tiempos registrados para cada posición adoptada por el animal acorde al grupo al que pertenecen tomando en cuenta las dosis administradas.....	19

## INTRODUCCIÓN

Se utilizan varios protocolos anestésicos en cuanto a la sedación y anestesia de animales de fauna silvestre. Específicamente en los procedimientos de captura de *Odocoileus virginianus* o venados de cola blanca en libertad, en donde se ha recomendado el uso de drogas inmovilizantes para facilitar su manejo, además de reducir el estrés y resistencia a la manipulación, utilizando métodos remotos de administración de anestésicos como es el dardeo con rifle (J. Arnemo y Kreeger, 2018). Varios protocolos anestésicos mencionan el uso de agonistas alfa2-adrenérgicos, estos son agentes potentes que se han usado comúnmente para producir sedación y analgesia en venados (Al-Sobayil et al., 2023). La xilacina, un potente agonista  $\alpha_2$ adrenérgico, se ha utilizado durante más de 30 años para inmovilizar venados. La medetomidina se ha probado con ciervos axis, gamos, ciervos porcinos, ciervos mulos, ciervos rojos, renos, ciervos sika y el venado cola blanca (Miller et al., 2009). De igual manera, la etorfina o el tiafantanilo, se han utilizado para inmovilizar vida silvestre, sin embargo, estos medicamentos se asocian con largos períodos de apnea y es común una disminución en la saturación de oxígeno (Lapid et al., 2017). La etorfina ha sido el fármaco de elección para la inmovilización de alces, sin embargo, se ha suspendido su uso (J. M. Arnemo et al., 2011). El carfentanilo se ha utilizado para la captura de alces en EE. UU. y Canadá desde 1984 con xilazina y xilazina-ketamina (Arnemo, 1995). Dentro de otros protocolos que solían utilizarse se encuentran Tiletamina+zolazepam+xilazina, Ketamina+xilazina, Etorfina+xilazina, xilazina sola, fenciclidina, cloruro de succinilcolina (Millsbaugh et al., 2004).

Se requiere fármacos seguros y efectivos, considerando el bienestar del animal, ya que de esta manera se reducen posibles riesgos anestésicos, estrés, lesiones, miopatías (Chinnadurai et al., 2016). Estos fármacos inmovilizantes deben caracterizarse por poseer un tiempo de inducción relativamente rápido, debe ser compatible con otros medicamentos, debe tener un

alto índice terapéutico ya que debe ser seguro para el animal, requerir solo pequeños volúmenes para su entrega remota, ser reversibles y no presentar efectos a largo plazo (Walsh y Wilson, 2002).

Existen pocas combinaciones de fármacos que cumplen estos criterios para el venado cola blanca. Sin embargo, se ha observado que los protocolos anestésicos utilizados en la actualidad combinan un sedante como son los agonistas alfa2-adrenérgicos en combinación con un anestésico disociativo como es la ketamina (Muller et al., 2012). En cuanto los fármacos la medetomidina deprime el sistema nervioso central y posee una mayor afinidad por los adrenorreceptores alfa2 que la xilacina. Por otra parte, la ketamina, un anestésico, generalmente se combina con un tranquilizante o sedante para mejorar la inducción y la recuperación (Lee et al., 2010). Tanto la medetomidina y la ketamina, solos o en combinación con otros fármacos, se han utilizado con éxito para inmovilizar una diversidad de grandes ungulados (Millsbaugh et al., 2004).

Los efectos adversos al utilizar estos fármacos anestésicos, son pocos. Inicialmente la Medetomidina al ser un agonista de los adrenoreceptores alfa 2 puede llegar a producir hipotensión e hipotermia, bradicardia, siendo este el efecto más prominente. La Ketamina al ser un fármaco disociativo puede llegar a estimular el corazón incluso a generar una taquicardia, y aumento de la presión arterial, también puede producir bradicardia dosis dependiente. Un efecto adverso es la hiperexcitación de los animales (H. H. Jalanka y Roeken, 1990).

La ketamina no tiene un antagonista conocido y la inmovilización suele durar de 45 minutos a 2 horas (Caulkett y Arnemo, 2014). Los efectos de la medetomidina se pueden revertir mediante la administración de atipamezol y, por lo tanto, se pueden acortar las

recuperaciones de los animales inmovilizados para restaurar las funciones fisiológicas normales (Miller et al., 2009).

Una de las ventajas de este protocolo anestésico es la capacidad de revertir la medetomidina con una inyección intramuscular (IM) de atipamezol. El atipamezol es un antagonista alfa2-adrenérgico extremadamente eficaz en comparación con la yohimbina o la tolazolina, este revierte eficazmente la medetomidina en muchas especies de vida silvestre y puede combinarse, sin embargo, el tiempo de recuperación puede ser prolongado (Siegal-Willott et al., 2009).

El Atipamezol es un agonista alfa2, su selectividad posee un radio de 8526 comparados con otros reversiones como Izadoxano que posee 27 o Yohimbina que posee 40 (H. H. Jalanka y Roeken, 1990).

Es importante tener conocimiento sobre los fármacos anestésicos que se utilizarán en el protocolo, su comportamiento ya que el tiempo en el que actuarán y cuánto durará la anestesia puede ayudarnos a prever situaciones adversas que se presenten y de esta manera siempre preservar el bienestar del animal (Walsh y Wilson, 2002). La información generada en este trabajo permitió disponer de datos de utilidad para futuros trabajos que involucren venados de cola blanca, su traslado, procedimientos, etc.

## OBJETIVOS

- a. Objetivo general:** Establecer la efectividad anestésica del protocolo anestésico medetomidina, ketamina y atipamezol en Venados de cola blanca.
- b. Objetivos específicos:**
- i. Establecer el tiempo en que los venados adoptan la posición decúbito esternal y lateral posterior a la administración del protocolo de anestesia remota medetomidina y ketamina.
  - ii. Establecer el tiempo en que los venados levantan la cabeza y se ponen de pie posterior a la administración atipamezol.
  - iii. Representar la información farmacodinámica mediante figuras o tablas en las que se visualicen los tiempos y dosis del protocolo de anestesia general remota medetomidina-ketamina-atipamezol en venados cola blanca.

## METODOLOGÍA

Se tomó información y datos provenientes del decomiso de venados de cola blanca por parte del Ministerio del ambiente. El Hospital de Fauna Silvestre de la USFQ (TUERI) estuvo encargado del traslado de los animales anestesiados, se colocaron chips de identificación, se tomó muestras de sangre y muestras fecales, luego de 45 minutos se administró el antagonista y luego se realizó el traslado en cajas de transporte a los centros de reubicación. Cada cajón poseía medidas diferentes, como referencia las medidas de los cajones fueron las siguientes: Caja 1 (Largo: 1,435 m; Ancho: 0,479 m; Alto: 1,088 m), Caja 2 (Largo: 1,484 m; Ancho: 0,481 m; Alto: 1,198 m), Caja 3 (Largo: 1,436 m; Ancho: 0,490 m; Alto: 1,202 m), Caja 4 (Largo: 1,453 m; Ancho: 0,482 m; Alto: 1,200 m).

Las dosis de anestésicos administradas a los animales fueron basadas en pesos estimados visualmente. Al obtener posterior a la sedación los pesos actuales de los animales, se conoce la dosis actual de los distintos fármacos que se administró a cada animal. Se empleó una dosis base de medetomidina de 0.05 mg/kg y de ketamina una dosis de 2.5 mg/kg. La dosis de Atipamezol fue calculada de acuerdo a la dosis de medetomidina, ya que se administró 5 veces la dosis de medetomidina administrada previamente al animal.

Posteriormente, se utilizó la información que fue extraída de las fichas de anestesia de los venados en donde se encontraban los tiempos de derribo y recuperación. Estos fueron tabulados en una hoja Excel y convertidos en una base de información. Los demás parámetros fisiológicos fueron utilizados para otro estudio por lo que no serán mencionados.

Se procesó la información para realizar su análisis y establecer su distribución en cuartiles de esta manera se graficó los resultados en diagramas de cajas y bigotes lo que permitió una mejor representación de los datos de derribo y recuperación de los venados.

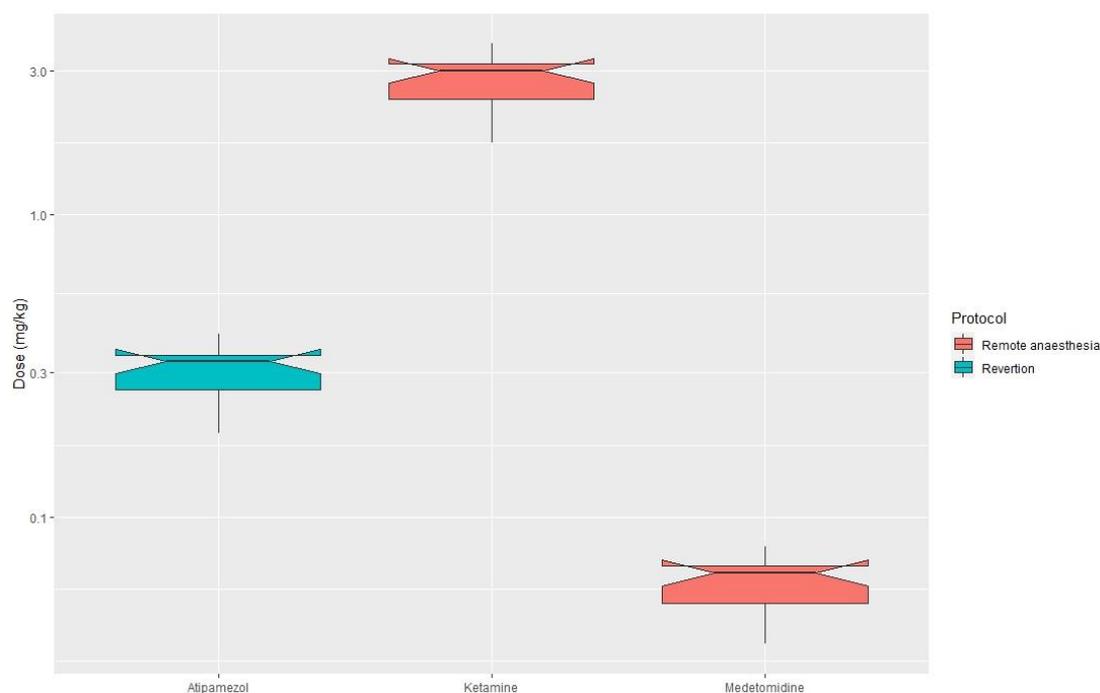
Los son descritos en base a promedios, desviación estándar, máximos y mínimos tanto las dosis administradas a los animales como los tiempos que se midieron en los que los animales se encontraban en diferentes posiciones.

## RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente, en el presente estudio se registraron los tiempos en los que los animales adoptaban una posición decúbito esternal, posteriormente decúbito lateral y tiempos en los que los animales levantaban la cabeza y luego se ponían de pie. Estos datos y las dosis administradas del protocolo se encuentran en esta sección.

Las dosis promedio de medetomidina y ketaminas utilizadas para anestesiarse a los venados fueron de  $0.06 \pm 0.01$  mg/kg y  $2.87 \pm 0.54$  mg/kg respectivamente. Las dosis más altas de medetomidina y Ketamina administradas a los venados fueron de 0.080 mg/kg y 3.67 mg/kg respectivamente. Mientras que las dosis más bajas fueron de 0.038 mg/kg y 1.73 mg/kg respectivamente cómo de igual manera se puede observar en la Figura 1.

**Figura 1:** Dosis administradas del protocolo Medetomidina-Ketamina-Atipamezol



**Descripción de la figura:** Resultado de los fármacos usados tanto para la anestesia remota como para la reversión y sus dosis (mg/kg) administradas tomando en cuenta el peso real de los animales obtenido una vez los animales se encontraban anestesiados.

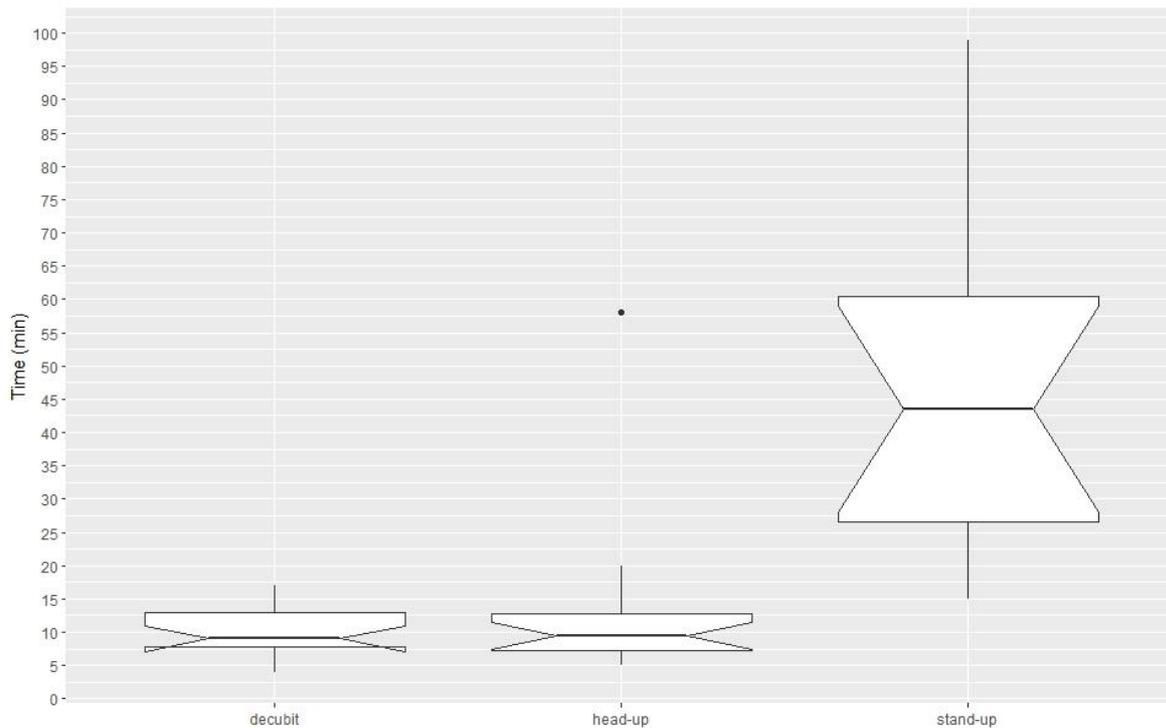
Por otra parte, las dosis de atipamezol administrada a los venados para revertir la anestesia general fue de  $0.31 \pm 0.058$  mg/kg. La dosis máxima ocupada en los venados fue de 0.404 mg/kg y la mínima fue de 0.190 mg/kg.

En cuanto a la dosis de administración de medetomidina, ketamina y atipamezol, se aprecia que están sesgados hacia el extremo superior, indica que la mayoría de los datos se encuentran concentrados en valores superiores. De igual manera la mediana se encuentra hacia el extremo superior, lo que indicaría que la mitad de los datos se encuentran por encima de ese valor. Esto implica que hay una concentración de datos más alta en la parte superior de la distribución.

Posterior a la administración de medetomidina y ketamina mediante dardeo con rifle, se pudo observar que únicamente 4 animales presentaron una posición de decúbito esternal posterior a su administración. La gran mayoría de los animales (16/20) cayeron inmediatamente en decúbito lateral. Los venados que adoptaron la posición de decúbito esternal a los  $9 \pm 3.56$  minutos.

La mayoría de los venados adoptaron inmediatamente una posición de decúbito lateral. El promedio del tiempo en que los venados se colocaron en decúbito lateral posterior a la administración de medetomidina y ketamina fue de  $9.9 \pm 3.7$  minutos.

El tiempo máximo en el cual los venados se posicionaron en decúbito lateral fue de 17 minutos y el tiempo mínimo fue de 4 minutos cómo se observa en la Figura 2.

**Figura 2:** Tiempos registrados para cada posición adoptada por el animal

**Descripción de la figura:** Variables farmacodinámicas en las que se toma en cuenta los tiempos en los cuales los animales entran en decúbito esternal y lateral (decubit) posterior a la administración de los fármacos anestésicos. También tiempos en que los animales levantan la cabeza (head-up) y se ponen de pie (stand-up) posterior a la administración del antagonista.

Cuarenta y cinco minutos posteriores a la administración de medetomidina y ketamina se realizó la administración de atipamezol en los venados, en donde se registró que el tiempo promedio en la cual los venados levantaron la cabeza fue de  $10.7 \pm 4.7$  minutos posterior a su administración. El tiempo máximo que les tomó a los venados levantar la cabeza fue de 20 minutos y el menor tiempo fue de 5 minutos como se observar en la Figura 2. Existe un valor extremo de un venado que levanto la cabeza a los 58 minutos por lo cual fue excluido de la gráfica.

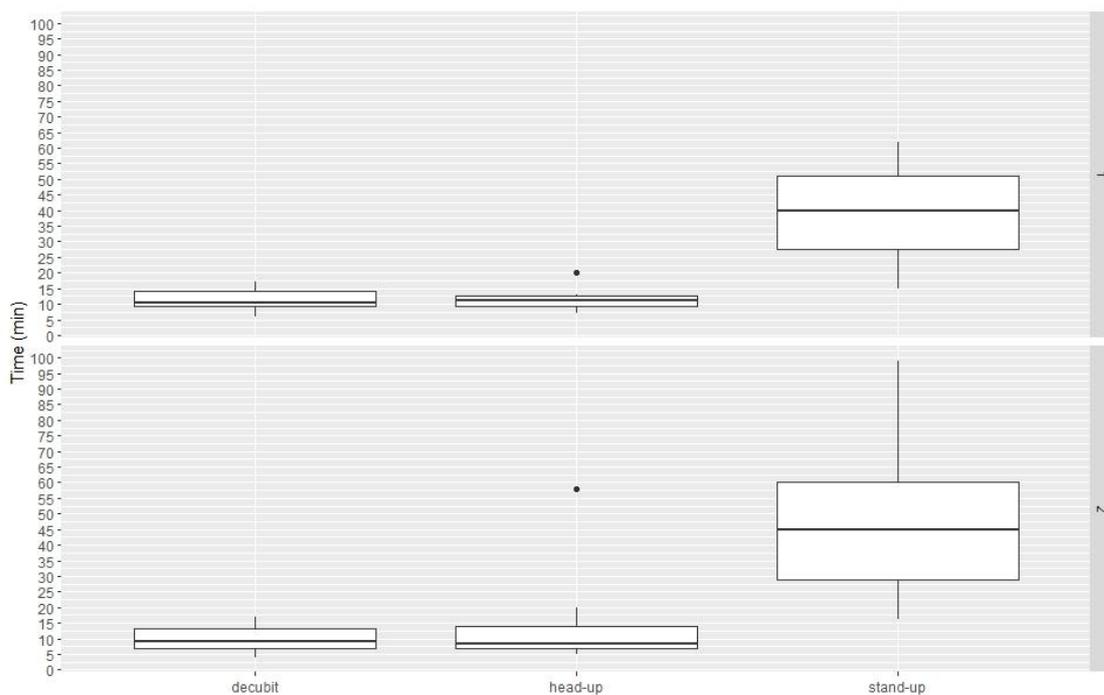
Este valor fue excluido del gráfico, ya que se tomará como referencia el Test de Tukey para clasificar valores como atípicos. Se debe tomar en cuenta el primer cuartil (Q1), el tercer cuartil (Q3) y obtener su diferencia, o rango intercuartílico (RIQ). Al ser un diagrama caja y bigotes un valor atípico que se encuentra 1.5 veces esa distancia de uno de los cuartiles

anteriormente mencionados será considerado atípico leve y si se encuentra a 3 veces esa distancia será considerado atípico extremo. Para los datos de la Figura 2 el primer cuartil es 7.25 y el tercer cuartil 12.75. De igual manera se obtiene un Rango inter cuartílico de 5.5. El valor de 58 es 8.2 veces mayor que el tercer cuartil por lo que se considera un valor atípico extremo y en base al análisis se determina que no debería considerarse dentro del cálculo.

También se tomó en cuenta el tiempo en el que los animales se ponían de pie, en este caso el tiempo que más se demoró un animal en ponerse de pie fue de 99 minutos, mientras que el menor tiempo fue de 15 minutos como se observó en la Figura 2. Se observó que en promedio los animales se pusieron de pie en  $48.42 \text{ minutos} \pm 28.62$ .

En la Figura 3 se observa cómo se dividió a los animales en 2 grupos, el primer grupo son los venados que recibieron dosis más bajas, y el segundo grupo recibió dosis más altas, esto en relación con su peso. Las dosis promedio de medetomidina y ketaminas utilizadas para anestésiar a los venados del grupo #1 fueron de  $0.05 \pm 0.006 \text{ mg/kg}$  y  $2.20 \pm 0.26 \text{ mg/kg}$  respectivamente. Las dosis más altas de medetomidina y Ketamina administradas fueron de  $0.053 \text{ mg/kg}$  y  $2.430 \text{ mg/kg}$  respectivamente. Mientras que las dosis más bajas fueron de  $0.038 \text{ mg/kg}$  y  $1.73 \text{ mg/kg}$  respectivamente.

**Figura 3:** Tiempos registrados para cada posición adoptada por el animal acorde al grupo al que pertenecen tomando en cuenta las dosis administradas



**Descripción de la figura:** Clasificación según grupos de venados que recibieron dosis más bajas (1) o más altas (2) de Ketamina y Medetomidina acorde a su peso. Se toma en cuenta el tiempo en el que los animales entran en una posición de decúbito (decubitus), levantan la cabeza (head-up) y se ponen de pie (stand-up).

El promedio del tiempo en que los venados del grupo #1 se colocaron en decúbito lateral posterior a la administración de medetomidina y ketamina fue de  $11.33 \pm 4.03$  minutos. El tiempo máximo en el cual los venados se posicionaron en decúbito lateral fue de 17 minutos y el tiempo mínimo fue de 6 minutos cómo se observa en la Figura 3.

Cuarenta y cinco minutos posteriores a la administración de medetomidina y ketamina se realizó la administración de atipamezol en los venados, en donde se registró que el tiempo promedio en la cual los venados del grupo # 1 levantaron la cabeza fue de  $11.83 \pm 4.5$  minutos posterior a su administración. El tiempo máximo que les tomó a los venados levantar la cabeza fue de 13 minutos y el menor tiempo fue de 7 minutos como se observar en la Figura 3. Existe un valor extremo de un venado que levanto la cabeza a los 20 minutos. Según el Test de Tukey

para clasificar valores como atípicos. el valor antes mencionado es 2.07 veces mayor al tercer cuartil, por lo que se considera un valor atípico leve.

También se tomó en cuenta el tiempo en el que los animales se ponían de pie. en este caso el tiempo que más se demoró un animal del grupo # 1 en ponerse de pie fue de 62 minutos, mientras que el menor tiempo fue de 15 minutos como se observó en la Figura 3. Se observó que en promedio los animales se pusieron de pie en 39 minutos  $\pm$  23.5.

Las dosis promedio de medetomidina y ketaminas utilizadas para anestesiarse a los venados del grupo #2 fueron de  $0.07 \pm 0.008$  mg/kg y  $3.16 \pm 0.337$  mg/kg respectivamente. Las dosis más altas de medetomidina y Ketamina administradas fueron de 0.080 mg/kg y 3.67 mg/kg respectivamente. Mientras que las dosis más bajas fueron de 0.052 mg/kg y 2.64 mg/kg respectivamente.

El promedio del tiempo en que los venados del grupo # 2 se colocaron en decúbito lateral posterior a la administración de medetomidina y ketamina fue de  $9.36 \pm 3.67$  minutos. El tiempo máximo en el cual los venados se posicionaron en decúbito lateral fue de 17 minutos y el tiempo mínimo fue de 4 minutos como se observa en la Figura 3.

Cuarenta y cinco minutos posteriores a la administración de medetomidina y ketamina se realizó la administración de atipamezol en los venados, en donde se registró que el tiempo promedio en la cual los venados del grupo # 2 levantaron la cabeza fue de  $10.09 \pm 5.02$  minutos posterior a su administración. El tiempo máximo que les tomó a los venados levantar la cabeza fue de 20 minutos y el menor tiempo fue de 5 minutos como se observó en la Figura 3. Existe un valor extremo de un venado que levanto la cabeza a los 58 minutos. Según el Test de Tukey para clasificar valores como atípicos, el valor antes mencionado es 11.75 veces mayor al tercer cuartil por lo que se considera un valor atípico extremo.

También se tomó en cuenta el tiempo en el que los animales se ponían de pie, en este caso el tiempo que más se demoró un animal del grupo # 2 en ponerse de pie fue de 99 minutos, mientras que el menor tiempo fue de 16 minutos como se observó en la Figura 3. Se observó que en promedio los animales se pusieron de pie en  $51.55 \text{ minutos} \pm 30.72$ .

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se obtuvo tiempos de distintas posiciones que adoptaban los animales dentro de la inducción y de la reversión del protocolo anestésico. Estos valores obtenidos nos permitieron determinar la efectividad de el protocolo en venados de cola blanca en Ecuador a una altura de 2800 m.s.n.m., comparandolos con valores obtenidos en otros estudios utilizando el mismo protocolo, protocolos similares e incluso tomando en cuenta otras especies con el mismo protocolo de medetomidina-ketamina-atipamezol.

Las dosis administradas en el presente estudio son similares a las utilizadas en otras investigaciones realizadas en venados de cola blanca (Al-Sobayil et al., 2023; Millspaugh et al., 2004). Posterior a la administración de los anestésicos, en nuestro estudio, el promedio del tiempo en que los venados se colocaron en decúbito lateral es similar al que se registró en los estudios antes mencionados.

La mayoría de los venados se posicionaron directamente en decúbito lateral en nuestro estudio posterior a la administración de Medetomidina-Ketamina. No obstante, cuatro venados adoptaron inicialmente el decúbito esternal, dentro de tiempos similares conforme al rango descrito por Corti y Arnemo (2021) quienes en 46 ciervos huemul en libertad registraron un tiempo de  $10.3 \pm 10.1$  minutos.

El promedio del tiempo en que los venados se colocaron en decúbito lateral posterior a la administración de medetomidina y ketamina en nuestro estudio, fue similar en el estudio realizado por Millspaugh et al. (2004) ya que registra que el tiempo requerido para adoptar el decúbito lateral fue de entre 6.5 y 11 minutos. De manera similar en el estudio de Al-Sobayil et al. (2023) el tiempo en el que los animales se encontraron en decúbito lateral fue de  $7 \pm 0.8$  min. Tomando en cuenta la misma especie, pero utilizando un protocolo anestésico de butorfanol, azaperona, medetomidina (Miller et al., 2009) determinaron en venados de cola blanca un tiempo de  $12.8 \pm 7.6$  a  $11.3 \pm 6.6$ , Los cuales correspondieron a tiempos ligeramente mayores a los obtenidos en nuestro estudio.

A diferencia de los tiempos encontrados en nuestro estudio y los anteriormente mencionados el tiempo medio de inducción fue ligeramente mayor al tiempo medio de 6,2 minutos reportado por (H. H. Jalanka y Roeken, 1990) para 28 venados cola blanca diferente al estudio realizado por (Siegal-Willott et al., 2009) en los que al usar Butorfanol, azaperona y medetomidina, los resultados fueron cerca del doble del tiempo que se obtuvo en nuestro estudio, esto se menciona que está principalmente relacionado con el estado aclimatado de los ciervos en cautiverio versus los ciervos en libertad. También es importante entender que existe variaciones debido a que al seguir y localizar al animal antes del efecto anestésico completo, puede conducir a la estimulación y el movimiento del animal, lo que aumentaría el tiempo de inducción (Siegal-Willott et al., 2009). De igual manera nuestro tiempo registrado fue mayor que el tiempo medio de inducción de 4.2 minutos reportado para Medetomidina-Ketamina cuando se combina con tiletamina zolazepam en venados de cola blanca, ya que es una combinación de un potente agonista  $\alpha_2$ -adrenérgico medetomidina combinada con dosis más

bajas de dos anestésicos disociativos, lo que tendrá como resultado tiempos de inducción más bajos (Muller et al., 2012).

Tomando en cuenta especies diferentes con el mismo protocolo anestésico utilizado en nuestro estudio, se encontraron tiempos similares en el que los animales entran en decúbito lateral. Arnemo y Aanes (2009), en veinte renos de Svalbard, obtuvieron tiempos de  $14,3 \pm 10,6$  min y de  $6,5 \pm 3,2$  min. En el estudio realizado por Avni-Magen et al. (2019) en 31 gamos persas el tiempo que registraron fue de  $9 \pm 4$  min, al igual que Woolnough et al. (2012) en 14 burros salvajes con un tiempo de 9 min.

En nuestro estudio se determinó que el tiempo promedio en la cual los venados levantaron la cabeza posterior a la administración de atipamezol es similar al obtenido en el estudio realizado por (Millsbaugh et al., 2004) quienes registraron un tiempo de  $11,4 \pm 2,9$  minutos a  $9,3 \pm 0,7$  minutos.

A diferencia de los tiempos anteriormente mencionados el tiempo medio registrado por Arnemo (1995) fue de  $1,9 \pm 0,8$  min después de administrar atipamezol a 7 animales (i.v./s.c.) y en 8 animales (i.m./s.c.) registró un tiempo de  $4,1 \pm 2,1$  min, lo que podría estar relacionado a la vía de administración.

En venados de cola blanca en los que se utilizó distintos protocolos anestésicos, se encontró que los tiempos fueron ligeramente distintos, como en el estudio realizado por Miller et al. (2009) en venados de cola blanca utilizando naltrexona + tolazolina + atipamezol el tiempo fue de  $21,4 \pm 40,8$  a  $11,4 \pm 6,1$  minutos. Se puede observar que el segundo tiempo registrado fue similar al de nuestro estudio. Se utilizó estos antagonistas ya que el protocolo involucraba Butorfanol y Medetomidina, se ha observado de igual manera que la Tolazolina mantiene un

sinergismo con el atipamezol y facilita la reversión completa del agonista, así también se reduce el costo comparado con el uso únicamente de atipamezol.

Especies diferentes en las que se administró el mismo protocolo anestésico que en nuestro estudio tuvieron tiempos ligeramente distintos, como en el estudio realizado por Jalanka (1988) en 18 Marjors, los tiempos fueron de  $0.9 \pm 0.4$  (IV),  $6.3 \pm 2.3$  (IM) y  $1.5 \pm 0.8$  (IV + IM), los tiempos son menores a los que se obtuvieron en nuestro estudio. Se puede apreciar que la dosis i.m. se acerca más a los tiempos que se obtuvimos.

Se registró el tiempo en el que los animales se pusieron de pie en nuestro estudio, al igual que Millsbaugh et al. (2004) que registraron tiempos de  $15,9 \pm 3,6$  minutos a  $10,5 \pm 3,2$  minutos. En este caso se administró una inyección intramuscular de clorhidrato de atipamezol 30 minutos después de la inducción. Además, los animales fueron transportados en la cajuela de un vehículo hasta el sitio en que los iban a liberar, permanecieron al aire libre posterior a la administración del antagonista. A diferencia del tiempo registrado en nuestro estudio, en el estudio antes mencionado realizado en venados de cola blanca con el mismo protocolo anestésico se obtuvieron tiempos menores.

En venados de cola blanca en los que se utilizó otros fármacos como antagonistas, se puede observar que los tiempos fueron mucho menores. Wallingford et al. (1996) determinaron que para 22 venados de cola blanca inmovilizados con xilacina y ketamina, una inyección IM de yohimbina HCl producía un tiempo medio en ponerse de pie fue de 11,6 minutos. En el estudio realizado por Miller et al. (2009) los tiempos que se registraron para el protocolo naltrexona + tolazolina + atipamezol fueron de  $28.8 \pm 40.0$  a  $15.4 \pm 7.5$  minutos.

En otra especie de animales anestesiados con el mismo protocolo anestésico de nuestro estudio, como Arnemo et al. (2011) que en 29 renos noruegos registraron un tiempo de  $3,7 \pm$

3,6 min, tiempos menores en comparación al tiempo que registramos nosotros. Se debe tomar en cuenta que el atipamezol fue administrado i.v e i.m. y también el tiempo que los animales pasaron anestesiados fue de  $68 \pm 26$ , la reversión se la realizó al aire libre y los animales fueron transportados en helicóptero. El tiempo de recuperación también fue menor en los ciervos de agua chinos (2,4 minutos) inmovilizados con Medetomidina-Ketamina (Bouts et al., 2011).

Como se puede observar en la mayoría de los estudios los tiempos en los que se realiza la reversión, el entorno en el que se realizó la reversión, su vía de administración y la cantidad de estímulos varían en relación con nuestro estudio. Se tomaron en cuenta especies diferentes en las que las dosis de anestésicos y antagonistas variaban. En nuestro estudio el antagonista se administraba después de 45 minutos y se debe mencionar que la reversión se la realizaba en un cajón de transporte adaptado para los venados, ya que como lo menciona (Williams et al., 2018) las inducciones y recuperaciones suaves son particularmente importantes cuando se inmovilizan animales en libertad. Dentro del cajón de transporte los animales permanecían en silencio, en la oscuridad, por lo tanto, no tenían estímulos externos como los estudios que obtuvieron un menor tiempo de recuperación.

En varios estudios se habla sobre la superioridad que posee el protocolo Medetomidina-Ketamina sobre otros protocolos utilizados. Como se describe en el estudio de (Avni-Magen et al., 2019) el tiempo de inducción con Medetomidina-Ketamina es más rápido que Medetomidina-Midazolam. (Al-Sobayil et al., 2023) quienes mencionan que fue superior en comparación con el protocolo Xilacina-Ketamina ya que se observó una buena relajación muscular, además de una rápida inducción por su rápida absorción y distribución al ser altamente lipofílico como se ha comprobado en ratas, gatos y perros.

En este estudio al igual que en el estudio de (Arnemo et al., 2011) se determinó que el protocolo medetomidina-ketamina es una combinación eficaz, ya que la inducción es rápida después de la inyección óptima del dardo, el margen de seguridad es amplio, no se conocen efectos adversos sobre la preñez u otros aspectos de salud a largo plazo de los animales tratados, y se logra una reversión rápida después de la administración de atipamezol. Además, se puede recalcar que como se determinó con los datos recopilados en nuestro estudio y como menciona (Arnemo et al., 2005) la medetomidina-ketamina es bien tolerada en rumiantes salvajes. Es importante mencionar que en nuestro estudio todos los animales sobrevivieron después de la captura y no hubo complicaciones ya que existen riesgo de lesiones, miopatías, anomalías ácido-base y otras alteraciones metabólicas. En caso de ser animales silvestres, esto permite que los individuos se reincorporen a sus grupos más rápidamente, disminuyendo así la susceptibilidad a la depredación (Williams et al., 2018).

Como se puede observar en los resultados de la Figura 3, los tiempos en los que los animales entran en una posición de decúbito, levantan la cabeza y se ponen de pie, no tienen una gran variación entre ambos grupos de animales. Esto nos demuestra que a pesar de que la mayoría de animales (n=14) recibió dosis más altas, el protocolo fue efectivo y seguro ya que no se presentaron complicaciones, los tiempos de inducción y recuperación de igual manera fueron similares a los mencionados anteriormente.

Como se menciona en varios estudios, una desventaja de la combinación de medetomidina, ketamina y atipamezol es el costo en comparación con otros protocolos (Millspaugh et al., 2004). El costo más alto asociado con este protocolo es el atipamezol (Woolnough et al., 2012). Aunque es altamente selectivo y es preferido para el antagonismo de la medetomidina, el atipamezol puede no ser factible para todos los procedimientos anestésicos de vida silvestre en libertad. Por otra parte, al utilizar antagonistas como la yohimbina o tolazolina los tiempos de

recuperación pueden prolongarse (Siegal-Willott et al., 2009). Como también lo menciona (Tsuruga et al., 1999), se ha determinado que a pesar de ser administrado por vía intramuscular, el atipamezol revierte los efectos de la medetomidina/ketamina más rápidamente que la tolazolina por lo que, sigue siendo una mejor opción. Es por esto que se indica que el atipamezol sería un agente de reversión preferible (Yu et al., 2014).

La combinación de medetomidina y ketamina se ha utilizado para la captura de vida silvestre en una variedad de especies. Se ha empleado dosis de medetomidina en el rango de 0,06-0,10 mg/kg (Jalanka y Roeken, 1990). Sin embargo, se ha demostrado que la medetomidina es segura a dosis mucho más altas que las que se emplean comúnmente. De igual manera, aunque la medetomidina es fácilmente reversible con el antagonista atipamezol, la naturaleza irreversible de la ketamina prolonga los tiempos de recuperación. El atipamezol idealmente debe administrarse 30 a 40 minutos después de la inducción para reducir riesgos del efecto residual de la ketamina en los animales en recuperación (Woolnough et al., 2012).

La combinación de medetomidina, ketamina y atipamezol que se informa en el presente documento proporcionó un nivel efectivo de anestesia para el venado cola blanca, el protocolo ayudó a reducir el estrés, el miedo, la lucha y el riesgo de trauma y miopatía en los animales. Es por esto que recomendamos el uso de 0.055 – 0.06 mg/kg de medetomidina y 2.5 mg/kg de ketamina para realizar inmobilizaciones en ciervos de cola blanca. Además, en cuanto al antagonista atipamezol, recomendamos 0.275 mg/kg a 0.3 mg/kg, inyectados por vía IM, para revertir este protocolo. Se debe tomar en cuenta de igual manera el sitio donde se realizará la inmobilización, la hora del día ya que se debería realizarla durante las horas más frescas, el manejo tomando en cuenta la reducción de estímulos principalmente visuales/auditivos y el transporte en caso de realizarse debe ser siguiendo estándares de buen manejo animal. También es importante tomar en consideración que posiblemente este protocolo sea ideal para venados

de cola blanca en cautiverio y bajo condiciones controladas, ya que como se observó previamente el tiempo en el que los animales se ponen de pie puede ser variable, si se lo realiza en un ambiente abierto los animales podrían ser susceptibles a depredación.

## CONCLUSIONES

Como se demuestra en el presente estudio, conocer y poder comparar los tiempos de cada variable farmacodinámica con distintas investigaciones nos permitió determinar la seguridad del protocolo anestésico y su efectividad en venados de cola blanca en Ecuador, a una altura de 2800 m.s.n.m. De igual forma, se observó, que tanto la medetomidina como la ketamina tienen amplios márgenes de seguridad a pesar de que ciertos animales fueron sobredosificados y produjeron inducciones tranquilas. El protocolo Medetomidina- Ketamina permite obtener anestesia general de manera rápida tomando en cuenta estudios en los que se obtuvo resultados muy similares y puede ser adecuadamente revertido con Atipamazole. Sin embargo es importante tomar en cuenta la vía de administración de este antagonista, ya que afectará el tiempo de recuperación de los animales, siendo un punto importante para este protocolo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Sobayil, F., Ahmed, A., y Al-Rauji, Y. (2023). *A Comparison of Xylazine/Ketamine and Medetomidine/Ketamine for Immobilization of White-Tailed Deer (Odocoileus virginianus)*.
- Arnemo, J., y Kreeger, T. (2018). *Handbook of Wildlife Chemical Immobilization 5th Ed.*
- Arnemo, J. M. (1995). Immobilization of free-ranging moose (*Alces alces*) with medetomidine-ketamine and remobilization with atipamezole. *Rangifer*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.7557/2.15.1.1153>
- Arnemo, J. M., y Aanes, R. (2009). Reversible Immobilization of Free-ranging Svalbard Reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) with Medetomidine-Ketamine and Atipamezole. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(3), 877-880. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.3.877>
- Arnemo, J. M., Evans, A. L., Miller, A. L., y Os, Ø. (2011). Effective Immobilizing Doses of Medetomidine-Ketamine in Free-ranging, Wild Norwegian Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 47(3), 755-758. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-47.3.755>
- Arnemo, J. M., Storaas, T., Khadka, C. B., y Wegge, P. (2005). Use of Medetomidine-Ketamine and Atipamezole for Reversible Immobilization of Free-ranging Hog Deer (*Axis porcinus*) Captured in Drive Nets. *Journal of Wildlife Diseases*, 41(2), 467-470. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-41.2.467>
- Avni-Magen, N., Zafrir, B., King, R., Bdolah-Abram, T., y Shilo-Benjamini, Y. (2019). Immobilization of captive Persian fallow deer (*Dama dama mesopotamica*) using medetomidine–ketamine or medetomidine–midazolam. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 46(5), 662-666. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2019.06.003>

- Bouts, T., Taylor, P., Berry, K., Routh, A., y Gasthuys, F. (2011). Evaluation of medetomidine-ketamine and dexmedetomidine-ketamine in Chinese water deer (*Hydropotes inermis*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 38(2), 106-112. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2010.00591.x>
- Caulkett, N., y Arnemo, J. M. (2014). Cervids (Deer). En *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia* (pp. 823-829). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118792919.ch59>
- Chinnadurai, S. K., Strahl-Heldreth, D., Fiorello, C. V., y Harms, C. A. (2016). BEST-PRACTICE GUIDELINES FOR FIELD-BASED SURGERY AND ANESTHESIA OF FREE-RANGING WILDLIFE. I. ANESTHESIA AND ANALGESIA. *Journal of Wildlife Diseases*, 52(2 Suppl), S14-27. <https://doi.org/10.7589/52.2S.S14>
- Corti, P., y Arnemo, J. (2021). Partially Reversible Immobilization of Free-Ranging Huemul Deer (*Hippocamelus bisulcus*) with Medetomidine-Ketamine and Atipamezole. *Journal of wildlife diseases*, 57. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00199>
- Jalanka, H. (1988). Evaluation of Medetomidine- and Ketamine-Induced Immobilization in Markhors (*Capra falconeri megaceros*) and Its Reversal by Atipamezole. *The Journal of Zoo Animal Medicine*, 19(3), 95-105. <https://doi.org/10.2307/20094864>
- Jalanka, H. H., y Roeken, B. O. (1990). The Use of Medetomidine, Medetomidine-Ketamine Combinations, and Atipamezole in Nondomestic Mammals: A Review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 21(3), 259-282.
- Lapid, R., King, R., Bdolah-Abram, T., y Shilo-Benjamini, Y. (2017). A RETROSPECTIVE COMPARISON OF CHEMICAL IMMOBILIZATION WITH THIAFENTANIL, THIAFENTANIL-AZAPERONE, OR ETORPHINE-ACEPROMAZINE IN CAPTIVE PERSIAN FALLOW DEER (*DAMA DAMA MESOPOTAMICA*).

*Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 48(3), 627-635. <https://doi.org/10.1638/2016-0280.1>

- Lee, V. K., Flynt, K. S., Haag, L. M., y Taylor, D. K. (2010). Comparison of the Effects of Ketamine, Ketamine–Medetomidine, and Ketamine–Midazolam on Physiologic Parameters and Anesthesia-Induced Stress in Rhesus (*Macaca mulatta*) and Cynomolgus (*Macaca fascicularis*) Macaques. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, 49(1), 57-63.
- Miller, B. F., Osborn, D. A., Lance, W. R., Howze, M. B., Warren, R. J., y Miller, K. V. (2009). BUTORPHANOL-AZAPERONE-MEDETOMIDINE FOR IMMOBILIZATION OF CAPTIVE WHITE-TAILED DEER. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(2), 457-467. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.2.457>
- Millsbaugh, J. J., Washburn, B. E., Meyer, T. M., Beringer, J., y Hansen, L. P. (2004). Immobilization of Clover-trapped White-tailed Deer, *Odocoileus virginianus*, with Medetomidine and Ketamine, and Antagonism with Atipamezole. *The Canadian Field-Naturalist*, 118(2), Article 2. <https://doi.org/10.22621/cfn.v118i2.911>
- Muller, L. I., Osborn, D. A., Doherty, T., Keel, M. K., Miller, B. F., Warren, R. J., y Miller, K. V. (2012). Optimal Medetomidine Dose When Combined with Ketamine and Tiletamine-zolazepam to Immobilize White-tailed Deer. *Journal of Wildlife Diseases*, 48(2), 477-482. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-48.2.477>
- Prueba de Tukey | Estadística en Biología (PAPIME PE206022)*. (s. f.). Recuperado 12 de mayo de 2023, de <https://blogceta.zaragoza.unam.mx/estabio/prueba-de-tukey/>
- Siegal-Willott, J., Citino, S. B., Wade, S., Elder, L., Hayek, L.-A. C., y Lance, W. R. (2009). BUTORPHANOL, AZAPERONE, AND MEDETOMIDINE ANESTHESIA IN FREE-RANGING WHITE-TAILED DEER (*ODOCOILEUS VIRGINIANUS*)

- USING RADIOTRANSMITTER DARTS. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(2), 468-480. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.2.468>
- Tsuruga, H., Suzuki, M., Takahashi, H., Jinma, K., y Kaji, K. (1999). Immobilization of Sika Deer with Medetomidine and Ketamine, and Antagonism by Atipamezole. *Journal of Wildlife Diseases*, 35(4), 774-778. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-35.4.774>
- Wallingford, B. D., Lancia, R. A., y Soutiere, E. C. (1996). Antagonism of xylazine in white-tailed deer with intramuscular injection of yohimbine. *Journal of Wildlife Diseases*, 32(2), 399-402. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-32.2.399>
- Walsh, V. P., y Wilson, P. R. (2002). Sedation and chemical restraint of deer. *New Zealand Veterinary Journal*, 50(6), 228-236. <https://doi.org/10.1080/00480169.2002.36318>
- Williams, M., Caulkett, N., Neuhaus, P., Ruckstuhl, K., Boysen, S., y Fahlman, Å. (2018). COMPARISON OF THE EFFICACY AND SAFETY OF MEDETOMIDINE-KETAMINE VERSUS MEDETOMIDINE-AZAPERONE-ALFAXALONE COMBINATION IN FREE-RANGING ROCKY MOUNTAIN BIGHORN SHEEP (OVIS CANADENSIS). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 49(3), 662-670. <https://doi.org/10.1638/2017-0161.1>
- Woolnough, A. P., Hampton, J. O., Campbell, S., Lethbridge, M. R., Boardman, W. S. J., Sharp, T., y Rose, K. (2012). FIELD IMMOBILIZATION OF FERAL 'JUDAS' DONKEYS (EQUUS ASINUS) BY REMOTE INJECTION OF MEDETOMIDINE AND KETAMINE AND ANTAGONISM WITH ATIPAMEZOLE. *Journal of Wildlife Diseases*, 48(2), 435-443. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-48.2.435>
- Yu, J.-F., Lien, C.-Y., y Wang, L.-C. (2014). COMPARISON OF XYLAZINE-KETAMINE AND DEXMEDETOMIDINE-KETAMINE ANESTHESIA IN CAPTIVE FORMOSAN SEROWS (CAPRICORNIS SWINHOEI). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 45(4), 787-791. <https://doi.org/10.1638/2013-0291.1>

## ANEXO A: DATOS DE EXCEL CON LOS QUE SE REALIZÓ LA FIGURA 1

Venado	Peso	Circunferencia	Sexo	Medetomidina	Ketamina	Atipamazol	A	K	M
9,68001E+12	53	86	Macho entero	0.052 mg/kg	2.35 mg/kg	0.259 mg/kg	0,259	2,350	0,052
9,68E+14	56,5	86	Macho entero	0.049 mg/kg	2.21 mg/kg	0.243 mg/kg	0,243	2,210	0,049
9,68E+14	58	90	Macho entero	0.038 mg/kg	1.73 mg/kg	0.190 mg/kg	0,19	1,730	0,038
ISO1784FDX-B	32,4	72	Hembra	0.068 mg/kg	3.07 mg/kg	0.339 mg/kg	0,339	3,070	0,068
Latacunga 2	31,8	73	Hembra	0.069 mg/kg	3.14 mg/kg	0.346 mg/kg	0,346	3,140	0,069
Latacunga 3	27,5	68	Hembra	0.06 mg/kg	2.72 mg/kg	0.3 mg/kg	0,3	2,720	0,060
Latacunga 4	27,2	68	Hembra	0.080 mg/kg	3.67 mg/kg	0.404 mg/kg	0,404	3,670	0,080
Latacunga 5	30,8	72	Hembra	0.0625 mg/kg	2.84 mg/kg	0.3125 mg/kg	0,315	2,840	0,063
9,00002E+14	32,2	77	Hembra preñada	0.069 mg/kg	3.10 mg/kg	0.341 mg/kg	0,341	3,100	0,069
9,00002E+14	23,9	65	Hembra preñada	0.080 mg/kg	3.66 mg/kg	0.402 mg/kg	0,402	3,660	0,080
9000018	33,6	75	Hembra preñada	0.065 mg/kg	2.97 mg/kg	0.327 mg/kg	0,327	2,970	0,065
9,00113E+14	40,4	80	Macho castrado	0.068 mg/kg	3.09 mg/kg	0.340 mg/kg	0,34	3,090	0,068
9,00113E+14	39,3	80	Macho castrado	0.070 mg/kg	3.18 mg/kg	0.350 mg/kg	0,35	3,180	0,070
9,00113E+14	41,4	79	Macho castrado	0.066 mg/kg	3.01 mg/kg	0.332 mg/kg	0,332	3,010	0,066
Santo Domingo 4	51,4	90	Macho castrado	0.053 mg/kg	2.43 mg/kg	0.267 mg/kg	0,267	2,430	0,053
9,00113E+14	35,8	79	Macho entero	0.077 mg/kg	3.49 mg/kg	0.384 mg/kg	0,384	3,490	0,077
cayambe1	59,4		Macho entero	0.0423 mg/kg	2.10 mg/kg	0.231 mg/kg	0,231	2,100	0,042
Cayambe 3	52,4		Macho entero	0.0477 mg/kg	2.385 mg/kg	0.262 mg/kg	0,262	2,385	0,048
Cayambe 2	47,3		Macho entero	0.052 mg/kg	2,642 mg/kg	0.29 mg/kg	0,29	2,642	0,052
Cayambe 4	34,4		Macho entero	0.072 mg/kg	3.63 mg/kg	"-"		3,630	0,072

Medetomidina		ketamina		Atipamazol	
Promedio	0,06	Promedio	2,87	Promedio	0,312
Q1	0,052	Q1	2,419	Q1	0,265
Q3	0,069	Q3	3,150	Q3	0,3435
IQR	0,017	IQR	0,731	IQR	0,079
DesvEst	0,012	DesvEst	0,546	DesvEst	0,058
Mediana	0,066	Mediana	2,99	Mediana	0,327

## ANEXO B: DATOS DE EXCEL CON LOS QUE SE REALIZÓ LA FIGURA 2

Venado	DecubitoEST	DecubitoLAT	Cabeza	Pie	Lugar	Distancia		
9,68001E+12	10	10	9	62	Pintag	Monteserrin	Pintag	70,km
9,68E+14	9	9	7	-	Pintag	Monteserrin	Pintag	70,km
9,68E+14	14	17	12	15	Pintag	Monteserrin	Pintag	70,km
ISO1784FDX-B	9	9	5	42	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
Latacunga 2	6	6	7	19	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
Latacunga 3	-	9	10	-	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
Latacunga 4	17	17	8	55	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
Latacunga 5	6	7	7	-	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
9,00002E+14	8	8	19	60	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
9,00002E+14	5	5	8	29	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
9000018	8	8	9	16	Latacunga	Monteserrin	Latacunga	132,km
9,00113E+14	9	13	12	45	Santo Domingo	Monteserrin	Santo Domingo	173,km
9,00113E+14	7	9	20	99	Santo Domingo	Monteserrin	Santo Domingo	173,km
9,00113E+14	4	4	-	-	Santo Domingo	Monteserrin	Santo Domingo	173,km
Santo Domingo 4	6	6	10	-	Santo Domingo	Monteserrin	Santo Domingo	173,km
9,00113E+14	14	14	6	-	Santo Domingo	Monteserrin	Santo Domingo	173,km
cayambe1	11	11	13	40	Cayambe	Monteserrin	Cayambe	63,8km
Cayambe 3	15	15	20	-	Cayambe	Monteserrin	Cayambe	63,8km
Cayambe 2	13	13	58	99	Cayambe	Monteserrin	Cayambe	63,8km
Camyambe 4	9	9	-	-	Cayambe	Monteserrin	Cayambe	63,8km

Eternal		Lateral		Cabeza arriba		De pie	
Q1		Q1	7,75	Q1	7,25	Q1	26,5
Q3		Q3	13	Q3	12,75	Q3	60,5
IQR		IQR	5,25	IQR	5,5	IQR	34
Promedio	9	Promedio	9,95	Promedio	10,71	Promedio	48,42
Mediana	8	Mediana	9	Mediana	9	Mediana	43,5
DesvEst	3,56	DesvEst	3,79	DesvEst	4,79	DesvEst	28,62

### ANEXO C: DATOS DE EXCEL CON LOS QUE SE REALIZÓ LA FIGURA 3

Venado	Peso	Circunferencia	Sexo	Atipamazot	Ketamina	Medetomidina	DecubitoEST	DecubitoLAT	Cabeza	Pie
9,00002E+14	23,9		65 Hembra preñada	0,402	3,660	0,080	5	5	8	29
Latacunga 4	27,2		68 Hembra	0,404	3,670	0,080	17	17	8	55
Latacunga 3	27,5		68 Hembra	0,3	2,720	0,060		9	10-	
Latacunga 5	30,8		72 Hembra	0,315	2,840	0,063	6	7	7-	
Latacunga 2	31,8		73 Hembra	0,346	3,140	0,069	6	6	7	19
9,00002E+14	32,2		77 Hembra preñada	0,341	3,100	0,069	8	8	19	60
ISO1784FDX-B	32,4		72 Hembra	0,339	3,070	0,068	9	9	5	42
9000018	33,6		75 Hembra preñada	0,327	2,970	0,065	8	8	9	16
Cayambe 4	34,4		Macho entero		3,630	0,072	9	9		
9,00113E+14	35,8		79 Macho entero	0,384	3,490	0,077	14	14	6-	
9,00113E+14	39,3		80 Macho castrado	0,35	3,180	0,070	7	9	20	99
9,00113E+14	40,4		80 Macho castrado	0,34	3,090	0,068	9	13	12	45
9,00113E+14	41,4		79 Macho castrado	0,332	3,010	0,066	4	4-		
Cayambe 2	47,3		Macho entero	0,29	2,642	0,052	13	13	58	99
Santo Domingo 4	51,4		90 Macho castrado	0,267	2,430	0,053	6	6	10-	
Cayambe 3	52,4		Macho entero	0,262	2,385	0,048	15	15	20	
9,68001E+12	53		86 Macho entero	0,259	2,350	0,052	10	10	9	62
9,68E+14	56,5		86 Macho entero	0,243	2,210	0,049	9	9	7-	
9,68E+14	58		90 Macho entero	0,19	1,730	0,038	14	17	12	15
Cayambe 1	59,4		Macho entero	0,231	2,100	0,042	11	11	13	40

2 ALTAS

Medetomidina	ketamina
Promedio	0,07 Promedio 3,16
Q1	0,065 Q1 2,980
Q3	0,072 Q3 3,413
IQR	0,006 IQR 0,433
DesvEst	0,008 DesvEst 0,337
Mediana	0,069 Mediana 3,10
Max	0,080 Max 3,670
Min	0,052 Min 2,642

Altas	Lateral		Cabeza arriba		De pie	
	Promedio	9,36	Promedio	10,09	Promedio	51,556
Q1	7,25	Q1	7	Q1	29	
Q3	12,000	Q3	11,000	Q3	60	
IQR	4,750	IQR	4,000	IQR	31,000	
DesvEst	3,671	DesvEst	5,029	DesvEst	30,725	
Mediana	9,000	Mediana	8,000	Mediana	45,000	

Bajas	Lateral		Cabeza arriba		De pie	
	Promedio	11,32	Promedio	11,83	Promedio	39,00
Q1	9,25	Q1	9,25	Q1	27,5	
Q3	14,000	Q3	12,750	Q3	51,000	
IQR	4,750	IQR	3,500	IQR	23,500	
DesvEst	4,033	DesvEst	4,535	DesvEst	23,516	
Mediana	10,500	Mediana	11,000	Mediana	40,000	

1 BAJAS

Medetomidina	ketamina
Promedio	0,05 Promedio 2,20
Q1	0,044 Q1 2,128
Q3	0,051 Q3 2,376
IQR	0,008 IQR 0,249
DesvEst	0,006 DesvEst 0,261
Mediana	0,048 Mediana 2,28
Max	0,053 Max 2,430
Min	0,038 Min 1,730