

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Respuesta cardiorrespiratoria posterior a la administración de ketamina y medetomidina en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en altura.**

**Nicole Alejandra Eldredge Núñez**

**Medicina Veterinaria**

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

Quito, 19 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**

**Respuesta cardiorrespiratoria posterior a la administración de ketamina y medetomidina en venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en altura.**

**Nicole Alejandra Eldredge Núñez**

**Nombre del profesor, Título académico**

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

Quito, 19 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: Nicole Alejandra Eldredge Núñez

Código: 00206315

Cédula de identidad: 1721125134

Lugar y fecha: Quito, 19 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## **UNPUBLISHED DOCUMENT**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

Veinte venados cola blanca machos y hembras (*Odocoileus virginianus*), incautados de un domicilio en Quito-Monteserrín fueron anestesiados en altura de forma remota con una combinación de ketamina + medetomidina intramuscular mediante una pistola de aire. Con el fin de reubicar a los animales en centros de conservación de diferentes zonas del país como Cayambe, Pintag, Latacunga y Santo Domingo; se administró alrededor de 2,5 mg/kg de ketamina y 0,05 mg/kg de medetomidina. El protocolo se realizó a una altitud aproximada de 2880 msnm, por lo que conlleva un desafío para quienes lo ejecutan y posee varios riesgos para los pacientes. La mayoría de los venados presentaron alteraciones, especialmente a nivel respiratorio, producto de la menor disponibilidad de oxígeno en el medio sumado a los efectos adversos de los fármacos. Por este motivo, es fundamental administrar oxígeno suplementario y mantener el monitoreo constante. El protocolo anestésico ketamina + medetomidina utilizado en este estudio demostró brindar un nivel suficiente de anestesia para movilizar a los animales y todas las recuperaciones transcurrieron sin incidentes.

**Palabras clave:** Venado cola blanca, anestesia, altura, altitud, oxígeno, fisiología, ketamina, medetomidina.

## ABSTRACT

Twenty male and female white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), seized from a residence in Quito-Monteserrín were remotely anesthetized at a high altitude with a combination of intramuscular ketamine and medetomidine using a dart gun powered by compressed air. The purpose of this procedure was to relocate the animals to conservation centers in different areas of the country such as Cayambe, Pintag, Latacunga, and Santo Domingo. Almost 2.5 mg/kg of ketamine and 0.05 mg/kg of medetomidine were administered. The protocol was performed at an altitude of approximately 2880 meters above sea level, which poses a challenge for those who execute it and carries several risks for the patients. Most of the deer showed alterations, specifically in their respiratory system, due to the lower availability of oxygen in the environment, combined with the adverse effects of the drugs. Therefore, it is essential to administer supplementary oxygen and keep constant monitoring. The ketamine + medetomidine anesthetic protocol used in this study provided a sufficient level of anesthesia to mobilize the animals and all recoveries occurred without incidents.

**Key words:** White-tailed deer, anesthesia, height, altitude, oxygen, physiology, ketamine, medetomidine.

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de ketamina y medetomidina ajustadas al peso real de cada venado.....	17
Tabla 2. Promedio de los signos vitales presentados en los venados sobredosificados y subdosificados.....	18



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico #1. Frecuencia cardíaca registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.....	15
Gráfico #2. Frecuencia respiratoria registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.....	16
Gráfico #3. % de SpO2 registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.....	16

## INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca es un cérvido de mediano tamaño, su pelaje es café grisáceo y posee características áreas blancas en el vientre, debajo de la cola y el borde anterior del labio (López, 2020). De acuerdo con la (UICN, 2016), su estado de conservación es de preocupación menor debido a su amplia distribución desde el sur de Canadá hasta el norte de Sudamérica. Por lo general habita zonas desde los 0 hasta los 4000 msnm como selvas, sabanas tropicales, áreas pantanosas y páramos andinos. En Ecuador habitan en los bosques secos tropicales y páramos a lo largo de la cordillera de los Andes, suelen ser animales solitarios, pero en ocasiones se los ha observado en grupos pequeños (Vallejo & Burneo, 2020). En el país los venados son una de las especies de fauna más apreciadas por lo que es de vital importancia conocer su fisiología para un correcto manejo, administración de medicamentos, transporte y clínica general.

En el presente trabajo se realizó un análisis y descripción de las variables fisiológicas obtenidas en un procedimiento de anestesia realizado para el transporte e implantación de microchips en 20 venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que fueron incautados en la ciudad de Quito por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica debido a su tenencia ilegal en un domicilio ubicado en el sector de Monteserrín a 2880 msnm. Los animales fueron reubicados en centros de conservación de distintas zonas del país como: Cayambe, Pintag, Latacunga y Santo Domingo.

Las alteraciones, producto de la utilización de fármacos, sumadas a los cambios en las presiones en el ambiente comprenden un desafío para implementar anestesia en altura. Por esta razón, es importante escoger el protocolo anestésico más adecuado que asegure el bienestar del animal y se acople mejor a las condiciones del procedimiento, en este caso la altura (Santos, L et al., 2021).

A nivel del mar la presión barométrica es de alrededor de 760 mmHg, mientras que en Quito (2850 msnm) se estima en 536 mmHg (Bustamante & Valenzuela, 2015). En este sentido, se conoce que los cambios en las presiones del ambiente comprenden un desafío para implementar anestesia en altura. De acuerdo con (Santos, L et al., 2021), esta ciudad se consideraría de alta altitud (2500-3500 msnm), por lo tanto, disminuye la presión barométrica debido a una reducción en la presión de los gases y proporcionalmente, la presión parcial de oxígeno también es menor, esto tomando en cuenta que el aire que se respira normalmente está compuesto por: nitrógeno (78,62%), oxígeno (20,84%), dióxido de carbono (0,04%) y agua (0,50%) (Hall, 2016).

Se ha comprobado que, conforme aumenta la altitud, la alteración en la presión ambiental trae consigo complicaciones como la hipoxia, hipoxemia y el aumento de la presión arterial pulmonar. Esto se relaciona directamente con la disponibilidad de oxígeno en el medio, pues se conoce que a nivel del mar la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) es de entre 80 – 100 mmHg, mientras que en zonas más altas como Quito se estima en 78,96 +/- 15, por lo tanto, el aporte de oxígeno es menor y la transferencia de oxígeno desde el exterior hasta la sangre a través de los pulmones no se realiza de manera efectiva (Llano, M et al., 2016).

Por otro lado, los fármacos anestésicos en general poseen propiedades que alteran la fisiología del organismo, dependiendo de su efecto sobre el SNC. En este sentido, se pueden observar cambios significativos en torno a la mecánica respiratoria, intercambio gaseoso, contractilidad y gasto cardíaco (Aparicio & Paredes, 2015). Por ejemplo, los fármacos agonistas de los receptores adrenérgicos  $\alpha_2$  como la medetomidina poseen efectos adversos que incluyen la depresión circulatoria y respiratoria graves, entre ellas la hipertensión, bradicardia, bradipnea e hipoxemia (Guzel et al., 2018). De acuerdo con (Rauch et al., 2022), durante la administración de medetomidina, la presión arterial sistémica presenta una respuesta bifásica

que se caracteriza por un aumento inicial seguido de una reducción, y esto se debe a que inicialmente se genera una vasoconstricción periférica, lo que origina la hipertensión inicial y para regular esto, posteriormente se aumenta el tono vagal cardíaco que provoca la reducción de la frecuencia cardíaca (FC) y el gasto cardíaco mediado por barorreceptores.

Por el contrario, los disociativos como la ketamina generan una estimulación cardiovascular, debido al aumento de consumo de oxígeno como resultado de la vasodilatación coronaria e incremento del gasto cardíaco, esto produce el aumento de la presión arterial, contractilidad, frecuencia cardíaca y respiratoria (Regueiro et al., 2013). La ketamina y la medetomidina son medicamentos que actúan de forma sinérgica para reducir la manifestación de efectos no deseados, manteniendo una estabilidad cardiorrespiratoria relativa (Padovani, 2022). Esto, tomando en cuenta que estudios previos como el de (Barragán et al., 2020) han sugerido como parámetros fisiológicos normales en venados cola blanca una frecuencia cardíaca de  $53.2 \pm 11.7$  lpm y frecuencia respiratoria de  $27.3 \pm 12.9$  rpm.

Debido a que no existe información disponible sobre anestesia de venados en altura, esta información podría ser de utilidad para quienes manejan este tipo de animales como médicos veterinarios, zoológicos, centros de conservación y el Ministerio de Ambiente debido a que el uso de técnicas de inmovilización química es fundamental para manejar de manera segura y eficiente a la mayoría de los animales salvajes, tanto en cautiverio como en su hábitat natural.

## DESARROLLO DEL TEMA

### OBJETIVOS

#### 1.1. Objetivo General:

Describir la estabilidad cardiorrespiratoria de la anestesia general remota en altura con medetomidina y ketamina en venados cola blanca.

#### 1.2. Objetivos Específicos:

- 1.2.1. Implementar el protocolo anestésico medetomidina + ketamina en venados cola blanca.
- 1.2.2. Registrar la frecuencia cardiaca, respiratoria y saturación de oxígeno durante la anestesia general.
- 1.2.3. Describir mediante tablas y gráficos la información obtenida durante la anestesia.
- 1.2.4. Comparar las variables cardiorrespiratorias en venados cola blanca sobredosificados y subdosificados con medetomidina y ketamina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los venados descritos en el presente estudio fueron 12 machos y 8 hembras de diferentes edades, para transportarlos se realizó previamente la contención química mediante dardeo con pistola de aire utilizando dardos de 5 y 10 ml. En el cálculo de dosis de los anestésicos, se utilizó como referencia la dosis ajustada de (Corti & Arnemo, 2021) utilizada en ciervos huemul (*Hippocamelus bisulcus*) y la utilizada por (Millsbaugh et al., 2004) en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que corresponde a 0,05 mg/kg de medetomidina y 2,5 mg/kg de ketamina.

El manejo previo a la anestesia en fauna silvestre es muy limitado, por lo tanto, se utilizó el método de estimación visual de peso para la dosificación de los medicamentos. Es importante destacar que esta opción requiere de experiencia y posee una alta probabilidad de error debido a que se desconoce con exactitud el peso de los animales. Una vez anestesiados fueron llevados a un área apartada del resto de venados para reducir el estrés y estímulos visuales, auditivos colocando un antifaz y gasas. Posteriormente, se realizó un examen clínico para confirmar el peso, sexo y utilizando un estetoscopio, monitor multiparamétrico modular y termómetro digital se registró la frecuencia cardíaca, respiratoria, saturación de oxígeno cada 5 minutos durante toda la anestesia y se registró únicamente la temperatura inicial. Se observaron diferencias significativas en la masa corporal de los individuos, por ello, los datos de todos los animales fueron ajustados y luego se analizaron por separado. Esto dio como resultado que tengamos un grupo de venados sobredosificados y otro grupo de venados subdosificados. Transcurridos los 40 minutos, a partir del dardeo, se colocó a los venados en cajas de madera con sustrato natural para su transporte en camión hacia las diferentes zonas.

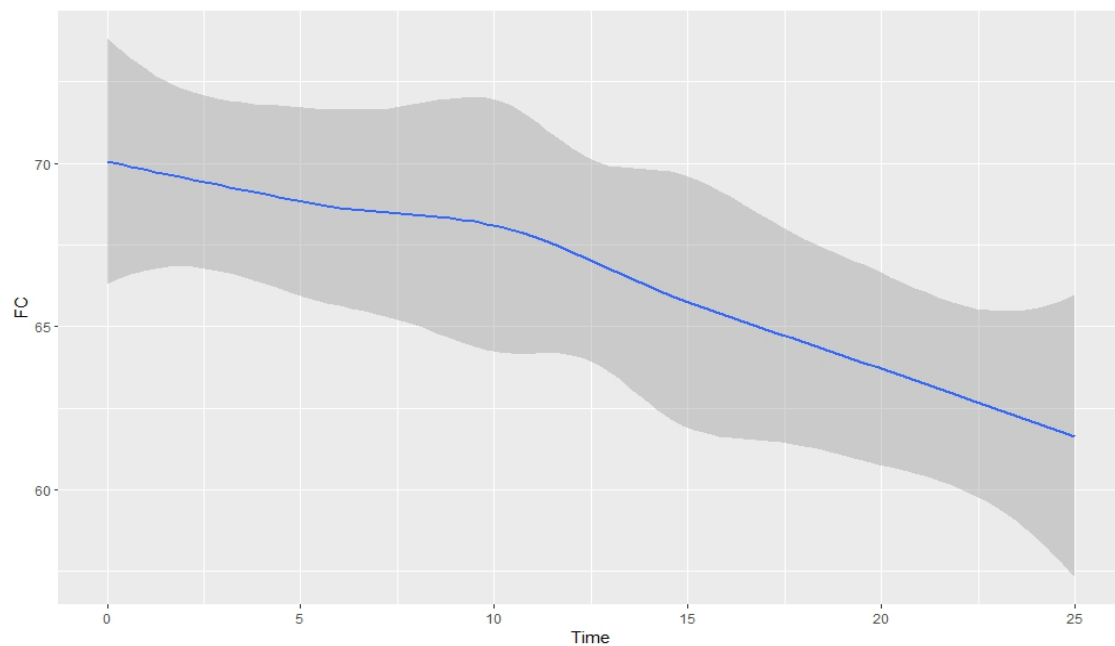
La información de las constantes fisiológicas obtenidas en el momento se registró en fichas físicas, especificando el número de microchip correspondiente a cada venado. Posteriormente, se trasladaron los datos a Microsoft Excel y se ajustó la dosis de acuerdo con el peso real de cada individuo. La sistematización, tabulación y elaboración de gráficos se realizó con los datos obtenidos utilizando programas como R Studio y Microsoft Excel. Los resultados se detallan indicando el tiempo (0, 5, 10, 15, 20, 25 min), promedio y desviación estándar de la frecuencia cardíaca, respiratoria, saturación de oxígeno.

Se realizó la búsqueda de información referente a la fisiología en altura, parámetros fisiológicos en venados y estudios previos de anestesia en la especie utilizando buscadores académicos como: Google scholar, Elsevier, PudMed, Redalyc, Research Gate y biblioteca de la

Universidad San Francisco de Quito. Los resultados expuestos tienen la finalidad de ser una futura guía para su uso en la Medicina Veterinaria.

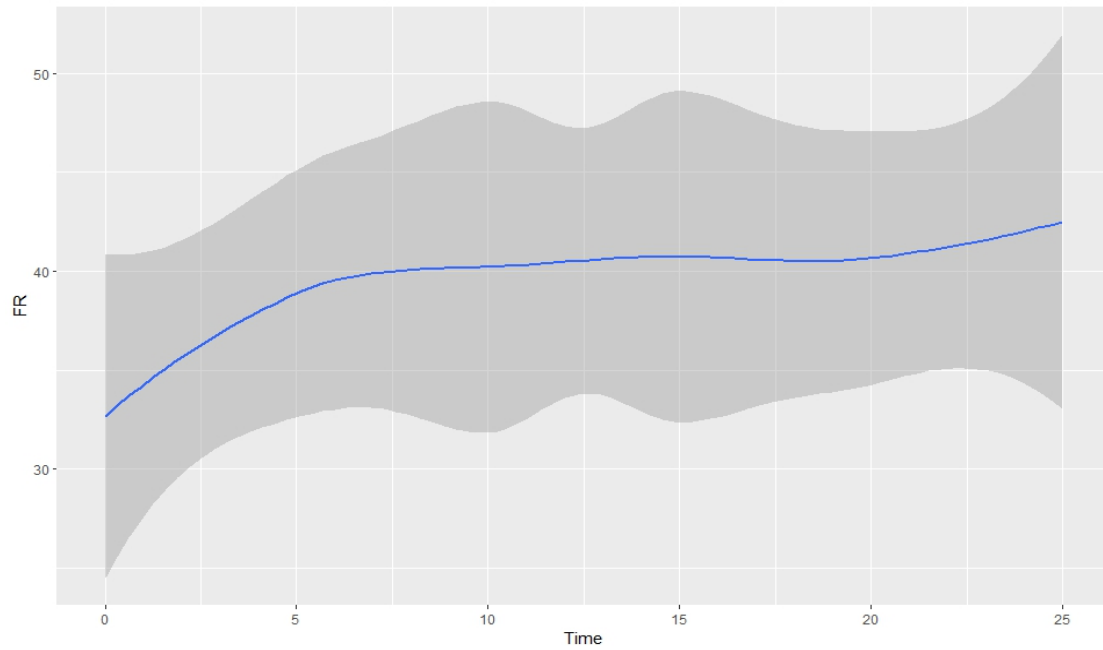
## RESULTADOS

Los valores de frecuencia cardíaca obtenidos en intervalos de 5 minutos durante la anestesia se muestran en el gráfico 1. El promedio ha sido representado con una línea azul, como se puede observar este fue de 70.2 lpm en el minuto 0, a los 5 minutos fue de 68.35 lpm y continúa en descenso hasta alcanzar los 61.6 lpm en el minuto 25. Por lo tanto, existió una leve taquicardia durante los primeros minutos, pero en general se mantuvieron los valores normales para la especie.



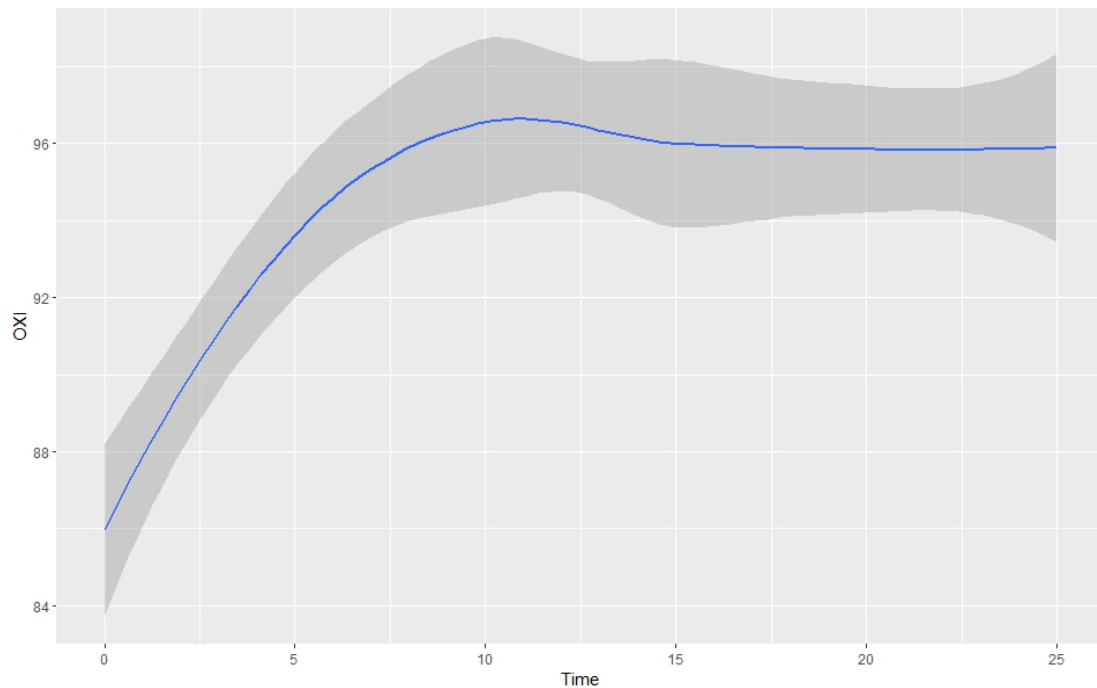
**Gráfico # 1** - Frecuencia cardíaca registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.

Por otro lado, en el gráfico 2, se puede evidenciar que existió una depresión respiratoria marcada durante los primeros 5 minutos; posteriormente, cuando ya se suministró el oxígeno y fluidoterapia, la tendencia cambió y se mantuvo relativamente estable, alcanzando sus niveles normales con valores alrededor de 40 rpm.



**Gráfico # 2** - Frecuencia respiratoria registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.

El gráfico 3 demuestra la hipoxemia que presentaron inicialmente gran parte de los venados, pues en el minuto 0 el promedio fue de 85.35 %, sin embargo, a los 10 minutos alcanzó un máximo de 96.63 % y permaneció estable.



**Gráfico # 3** - % de SpO2 registrada en los 20 venados cola blanca durante la anestesia.



La tabla 1 contiene información de la dosis recibida por cada uno de los venados, pues existió una diferencia significativa en el peso de los animales. Por ejemplo, se indica con color amarillo el venado con el peso máximo (59.4 kg) y con verde el mínimo (27.2 kg). Al momento de ajustar la dosis que se administró a cada venado, se los separó en 2 grupos; el primer grupo, conformado por 14 individuos, se estima que recibió en promedio 0.07 mg/kg de medetomidina y 3.16 mg/kg de ketamina, por lo que se lo denomina “sobredosificados” y el segundo grupo, constituido por los 6 restantes “subdosificados”, recibió en promedio 0.05 mg/kg de medetomidina y 2.20 mg/kg de ketamina.

**Tabla 1** – Dosis de ketamina y medetomidina ajustadas al peso real de cada venado.

<b>Sobredosificados</b>			
<b>Venado</b>	<b>Peso</b>	<b>Ketamina</b>	<b>Medetomidina</b>
18	23,9	3,660	0,080
15	27,2	3,670	0,080
14	27,5	2,720	0,060
16	30,8	2,840	0,063
13	31,8	3,140	0,069
17	32,2	3,100	0,069
12	32,4	3,070	0,068
19	33,6	2,970	0,065
20	34,4	3,630	0,072
8	35,8	3,490	0,077
5	39,3	3,180	0,070
4	40,4	3,090	0,068
6	41,4	3,010	0,066
11	47,3	2,642	0,052
<b>Subdosificados</b>			
<b>Venado</b>	<b>Peso</b>	<b>Ketamina</b>	<b>Medetomidina</b>
7	51,4	2,430	0,053
10	52,4	2,385	0,048
1	53	2,350	0,052
2	56,5	2,210	0,049
3	58	1,730	0,038
9	59,4	2,100	0,042

Una vez que se ajustó la dosis correspondiente a cada uno de los venados, se analizaron los datos registrados de frecuencia cardíaca, respiratoria, saturación de oxígeno y en la tabla 2 se muestra la comparación entre ambos grupos de venados sobredosificados y subdosificados.

Los valores promedio correspondientes a cada parámetro fisiológico se expresan en función del tiempo por intervalos de 5 minutos. Aunque la frecuencia cardíaca registrada en ambos grupos fue distinta, la diferencia no es clínicamente significativa, pues las principales diferencias fisiológicas se observaron a nivel respiratorio. Los animales sobredosificados presentaron bradipnea e hipoxemia entre el minuto 0 al 5 previo al soporte de O<sub>2</sub> y fluidoterapia respecto a los subdosificados.

**Tabla 2** - Promedio de los signos vitales presentados en los venados sobredosificados y subdosificados.

Parámetro	Grupo	Tiempo					
		0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
Frecuencia Cardíaca (lat/min)	Sobredosificados	71±10	68±10	67±8	65±9	63±9	62±11
	Subdosificados	68±8	68±6	69±7	65±8	64±9	58±4
Frecuencia Respiratoria (ciclos/min)	Sobredosificados	28±16	38±20	38±20	39±20	42±19	41±20
	Subdosificados	41±22	43±18	43±17	43±15	34±16	47±14
SpO <sub>2</sub> (%)	Sobredosificados	83±9	93±4	96±3	96±4	95±4	95±3
	Subdosificados	91±8	94±6	96±2	95±3	97±2	97±3

## DISCUSIÓN

En este estudio se describe la respuesta cardiorrespiratoria registrada en 20 venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que fueron sometidos a un protocolo de anestesia remota con ketamina y medetomidina en altura. Se conoce que los cambios en las presiones del ambiente comprenden un desafío para implementar anestesia en altura, esto debido a la reducción de la presión parcial oxígeno y efectos adversos de los fármacos utilizados. Según (West et al., 2014), la combinación de ketamina y medetomidina tiene como principales complicaciones la hipoxemia e hipertensión las cuales requieren de un soporte médico. El monitoreo y evaluación de la frecuencia cardíaca, respiratoria y saturación de oxígeno durante cualquier procedimiento anestésico en gran altitud es fundamental para reducir los riesgos de hipoxia asociados a la

menor disponibilidad de oxígeno por la altura y efectos adversos de los fármacos, pues (Bouts, T et al., 2011) mencionan que estos tienden a disminuir la función del sistema respiratorio, provocando una hipoventilación que se manifiesta por medio de una frecuencia respiratoria más baja y presencia de respiración superficial.

La hipoxemia es uno de los efectos secundarios más comunes en la anestesia de fauna silvestre, precisamente durante el presente estudio los datos registrados en la oximetría de pulso mostraron que la mayoría de los animales estuvieron hipoxémicos entre el minuto 0 y 5 con un promedio de saturación de oxígeno en sangre de 85%. Según (Hall, 2016), la hipoxemia se define como  $SpO_2 \leq 85\%$ ; por lo que es fundamental administrar oxígeno suplementario y fluidoterapia tal como se realizó en este caso. Del mismo modo, se ha reportado la presencia de hipoxemia en otros estudios después de la aplicación de medetomidina + ketamina como por ejemplo el de (Arnemo et al., 2005) en ciervos porcinos en libertad, o (Arnemo et al., 2011) en renos salvajes noruegos y también (Evans et al., 2013) que indican que tanto los renos noruegos salvajes como los renos de Svalbard se encontraban hipoxémicos antes de la administración de oxígeno.

En el estudio realizado por (Barragán et al., 2020), donde se busca establecer las constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca en cautiverio, se menciona que una Fr mayor a 65 rpm podría indicar taquipnea, mientras que valores inferiores a 20 rpm bradipnea. Además, determinó la frecuencia respiratoria promedio en venados cola blanca anestesiados con ketamina + xilacina y obtuvo un valor de  $27.3 \pm 12.9$  rpm. La xilacina fue el primer agonista  $\alpha_2$  usado en veterinaria y generalmente provoca una mayor depresión respiratoria respecto a la medetomidina. Por esta razón, esos resultados son comparables con el valor inicial obtenido en el grupo de venados sobredosificados que presentaron una media de  $28 \pm 16$  rpm. Este hallazgo era esperado, pues tanto la medetomidina como la ketamina producen analgesia y

sedación en función a la dosis suministrada, por lo tanto, las dosis más bajas generan menos efectos secundarios (Belda, E et al., 2005).

Por otro lado, los datos registrados en el grupo de venados subdosificados se aproximan más a los obtenidos por (Navas, P et al., 2014) que fueron en promedio  $54 \pm 2$  rpm en la misma especie de venados pero utilizando el protocolo ketamina + xilacina. Tanto los valores del grupo de sobredosificados como los de subdosificados, se encuentran dentro del rango establecido por (Evans et al., 2013) que corresponde a  $38 \pm 21$ .

La frecuencia cardíaca media de los 20 animales fue de  $63 \pm 3.2$  latidos/min, que está dentro del rango de referencia de  $53.2 \pm 11.7$  latidos/min para *O. virginianus* según lo establecido por (Barragán et al., 2020). También fueron similares a los datos registrados por (Muller et al., 2012) donde la frecuencia cardíaca estuvo entre 62 a 72 lpm y fue superior respecto a la media de  $33 \pm 6$  latidos/min informados en renos de Svalbard y noruegos salvajes inmovilizados con medetomidina-ketamina por (Evans et al., 2013).

## CONCLUSIONES

La anestesia general remota con ketamina y medetomidina generó la inmovilización satisfactoria de los venados cola blanca en altura dando un nivel suficiente de anestesia para la reubicación y estabilidad cardiorrespiratoria aceptable. Este protocolo demostró tener un amplio margen de seguridad, pues pese a la sobredosificación, se pudo evidenciar que es seguro para aplicar en zonas de altura. Además, todas las recuperaciones transcurrieron sin incidentes y no se presentaron casos de miopatía post captura, pues durante al menos 5 meses después de la movilización todos los venados sobrevivieron.

Los resultados expuestos en el presente estudio tienen la finalidad de servir como guía para futuros procedimientos de venados en altura. Se recomienda siempre administrar oxígeno suplementario debido a la menor cantidad de oxígeno en el medio y a la hipoxemia pronunciada observada en las tomas iniciales. También se debe monitorear constantemente la oxigenación de la sangre, frecuencia cardíaca, respiratoria y contar con medicamentos de emergencia como atropina, el revertor atipamezol y equipo para intubación. La principal desventaja de la combinación de medetomidina con ketamina es el costo, sin embargo, al actuar de forma sinérgica potencian sus efectos y se requiere de una menor dosis y cuenta con todas las ventajas previamente mencionadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aparicio, J., & Paredes, V. (2015). *Farmacología Veterinaria I*.

<https://repositorio.una.edu.ni/3181/1/nl70a639f.pdf>

Arnemo, J. M., Evans, A. L., Miller, A. L., & 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., & 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>

Barragán, K., Álvarez, Oscar, & Salazar, Omar. (2020). *Determinación de constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca en cautiverio*.

[https://www.researchgate.net/publication/341993410\\_Determinacion\\_de\\_constantes\\_fisiologicas\\_en\\_un\\_grupo\\_de\\_venados\\_cola\\_blanca\\_en\\_cautiverio](https://www.researchgate.net/publication/341993410_Determinacion_de_constantes_fisiologicas_en_un_grupo_de_venados_cola_blanca_en_cautiverio)

Belda, E, Laredo, F, Escobar, M, Agut, A, Soler, M, & Lucas, X. (2005). *Agonistas alfa-2 adrenérgicos en sedación y anestesia veterinaria*.

<https://revistas.um.es/analesvet/article/view/2911/2831>

Bouts, T, Taylor, T, Berry, K, Routh, A, & Gasthuys, F. (2011). *Evaluation of medetomidine-ketamine and dexmedetomidine-ketamine in Chinese water deer (*Hydropotes inermis*)*.

[https://www.researchgate.net/publication/49819538\\_Evaluation\\_of\\_medetomidine-ketamine\\_and\\_dexmedetomidine-ketamine\\_in\\_Chinese\\_water\\_deer\\_Hydropotes\\_inermis](https://www.researchgate.net/publication/49819538_Evaluation_of_medetomidine-ketamine_and_dexmedetomidine-ketamine_in_Chinese_water_deer_Hydropotes_inermis)

- Bustamante, A., & Valenzuela, A. (2015). *Estudio preliminar para determinar valores referenciales de saturación de oxígeno medidos por oximetría de pulso en personas mayores de 18 años, sin patología cardiorrespiratoria, residentes en la ciudad de Quito. (Altitud 2850 metros sobre el nivel del mar).*  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8881/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corti, P., & Arnemo, J. M. (2021). Partially Reversible Immobilization of Free-Ranging Huemul Deer (*Hippocamelus bisulcus*) with Medetomidine-Ketamine and Atipamezole. *Journal of Wildlife Diseases*, 57(4). <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00199>
- Evans, A. L., Lian, M., Das Neves, C. G., Os, Ø., Andersen, R., Aanes, R., Strand, O., Tryland, M., & Arnemo, J. M. (2013). Physiologic Evaluation of Medetomidine-Ketamine Anesthesia in Free-ranging Svalbard (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) and Wild Norwegian Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 49(4), 1037-1041. <https://doi.org/10.7589/2013-03-049>
- Guzel, O., Kaya, D. A., Altunatmaz, K., Sevim, G., Sezer, D., & Erdikmen, D. O. (2018). Evaluation of the cardiorespiratory effects of the alpha-2 adrenoceptor agonists xylazine, medetomidine and dexmedetomidine in combination with ketamine in dogs. *Veterinárni Medicína*, 63(12), 546-554. <https://doi.org/10.17221/92/2018-VETMED>
- Hall, J. E. (2016). *Tratado de fisiología médica* (13.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Llano, M, Villamagua, B, Garelli, Z, Freund, P, Finol, D, González, A, Tuárez, Ivonne, Montaluisa, Williams, Jibaja, Manuel, Carrillo, Edison, Villacorta, Francisco, Acosta, Luis, & González; Fabricio. (2016). *Interpretación de los Gases Sanguíneos Arteriales a Nivel de Quito—Ecuador. Revisión Clínica.*

<http://www.fabriciogonzalezandrade.com/pdf/medicina-interna/2016-interpretacion-de-los-gases-arteriales-sanguineos-a-nivel-de-quito-ecuador-revision-clinica.pdf>

- López, H. (2020). *Ecología, uso, manejo y conservación del venado cola blanca en Colombia*.
- Millsbaugh, J. J., Washburn, B. E., Meyer, T. M., Beringer, J., & 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), 185. <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., & 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>
- Navas, P., Arias, L., & Soler, D. (2014). *Descripción hematológica de una población altoandina en cautiverio de venado coliblanco (odocoileus virginianus) en el centro de colombia*. <https://www.revistas.veterinariosvs.org/index.php/cima/article/view/145>
- Padovani, E. (2022). *Ketamine-Medetomidine General Anesthesia Occurs With Alternation of Cortical Electrophysiological Activity Among High and Low Complex States* (arXiv:2202.04320). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2202.04320>
- Rauch, H., Pohlin, F., Einwaller, J., Habe, M., Painer, J., & Stalder, G. (2022). Comparison of the Cardiovascular Effects of Two Medetomidine Doses Combined with Tiletamine-Zolazepam for the Immobilization of Red Deer Hinds (*Cervus elaphus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 58(1). <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00229>
- Regueiro, M., Ajenjo, J. M., Pérez De Prado, A., García-Gómez, M., Altónaga, J. R., Gonzalo-Orden, J. M., & Fernández-Vázquez, F. (2013). Anestesia en el modelo



animal de investigación cardiovascular. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 13, 47-56. [https://doi.org/10.1016/S1131-3587\(13\)70092-X](https://doi.org/10.1016/S1131-3587(13)70092-X)

Santos, L, Gómez, R, Murillo, C, Hoyos, R, Poyares, C, & Orozco, M. (2021). *Exposición crónica a la altura*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-99402021000400500&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-99402021000400500&script=sci_arttext)

UICN. (2016). *Lista Roja de Especies Amenazadas—Odocoileus virginianus*.

Vallejo, A., & Burneo, S. (2020). *Odocoileus virginianus* (Venado Cola Blanca). *Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.

<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Odocoileus%20virginianus#:~:text=Es%20una%20especie%20terrestre%2C%20crepuscular,en%20los%20p%3A1ramos%20del%20Ecuador>.

West, G., Heard, D., & Caulkett, N. (2014). *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia* (Second). Willey Blackwell.