

Efecto de los protocolos ketamina-midazolam / tiletamina-zolazepam sobre los parámetros fisiológicos en tortugas *Chelonoidis carbonaria* sometidas a procedimientos exploratorios de rutina

Effect of ketamine-midazolam / tiletamine-zolazepam protocols on physiological parameters in *Chelonoidis carbonaria* turtles subjected to routine exploratory procedures

Roger González V.^{1,*}, Cesar Brites V.², Ynés Bazán¹, Edith Maldonado A.³, Richard Vetter⁴, Fiorella Fiore⁵

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de los protocolos ketamina-midazolam / tiletamina-zolazepam sobre parámetros fisiológicos (frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, saturación parcial de oxígeno y temperatura central y periférica) en tortugas *Chelonoidis carbonaria* sometidas a procedimientos exploratorios de rutina (hisopado rectal y bucal). Se utilizaron 20 tortugas distribuidas al azar en dos grupos: Grupo 1: ketamina + midazolam y Grupo 2: tiletamina + zolazepam vía intramuscular. Los resultados fueron evaluados en función al tiempo y al tratamiento, así como en la interacción

¹ Dirección de Postgrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

² Catedra de Técnica Operatoria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

³ Coordinación de Tesis-Dirección Académica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

⁴ Departamento de Recursos Faunísticos y Medio Natural, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

⁵ Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

* E-mail: rgonzalez@vet.una.py

Recibido: 31 de enero de 2022

Aceptado para publicación: 22 de julio de 2022

Publicado: 31 de agosto de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

tiempo-tratamiento. Se encontraron diferencias significativas entre protocolos para las variables de frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca ($p < 0.05$), mas no así para las variables de saturación parcial de oxígeno ($Sp O_2$), temperatura central y periférica ($p > 0.05$).

Palabras clave: ketamina, midazolam, tiletamina, zolazepam, *Chelonoidis carbonaria*, parámetros fisiológicos

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of the ketamine-midazolam / tiletamine-zolazepam protocols on physiological parameters (respiratory rate, heart rate, partial oxygen saturation and central and peripheral temperature) in *Chelonoidis carbonaria* turtles subjected to routine exploratory procedures (swab rectal and buccal). Twenty turtles were randomly distributed into two groups: Group 1: ketamine + midazolam and Group 2: tiletamine + zolazepam intramuscularly. The results were evaluated according to time and treatment, as well as the time-treatment interaction. Significant differences were found between protocols for the variables of respiratory rate and heart rate ($p < 0.05$), but not for the variables of partial oxygen saturation ($Sp O_2$) and central and peripheral temperature ($p > 0.05$).

Key words: ketamine, midazolam, tiletamine, zolazepam, *Chelonoidis carbonaria*, physiological parameters

INTRODUCCIÓN

Las tortugas representan el grupo viviente más antiguo de los reptiles, habiendo sufrido relativamente pocos cambios morfológicos (Norman y Naylor, 1994). Son vertebrados con una característica inconfundible conformada por una estructura osteodérmica denominada comúnmente caparazón. En el Orden Chelonia, son las únicas representantes actuales de la Subclase Anapsida pero que en el periodo Triásico llegaron a estar representadas por cerca de 230 especies (Fontanillas *et al.*, 2000). Las tortugas o quelonios se encuentran amenazadas a nivel mundial. Son explotadas primariamente por alimento y medicina tradicional, así como también en el comercio de animales (Boyer y Boyer, 2006).

Las tortugas poseen una cavidad celomática que alberga a los órganos y, como no poseen diafragma, la respiración se da por movimientos de faringe, con el auxilio de los

músculos de la cintura pélvica y torácica, así como por movimientos de la cabeza y los miembros anteriores. Los pulmones son compartimentados y saculados, y ocupan gran parte de la porción dorsal de la cavidad interna. En los quelonios terrestres, la inspiración es pasiva y la expiración es activa. Presentan características ectotérmicas, su metabolismo depende del calor ambiental y del comportamiento, siendo la zona de temperatura óptima en general de 25 a 30 °C. Tienen circulación renal porta y hepática peculiar, así como una tasa metabólica reducida (Aguilar *et al.*, 2010).

En la elección de agentes anestésicos para estos animales se debe tomar en cuenta las características anatómicas y funcionales mencionadas. Los fármacos deben presentar un efecto de corta duración, rápida distribución y depuración, las cuales son virtudes propias de los protocolos anestésicos «Ketamina/Midazolam» y «Tiletamina/Zolazepam». Estos compuestos son los agentes de elección para inducción de anestesia

general y en pequeñas intervenciones quirúrgicas y de rutina en tortugas, serpientes y otras especies (Aguilar *et al.*, 2010).

Los valores medios de parámetros fisiológicos de tortugas Morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) del Zoológico de Matecaña, Pereira, Colombia en estado consciente fueron de 74.3 ± 4.72 lat/min (Mínimo: 65; máximo: 80 lat/min) (Silva, 2012). Asimismo, Caycedo (2008) reportó una frecuencia cardíaca promedio de 31.15 lat/min bajo condiciones de anestesia (Protocolo ketamina-medetomidina). En ese contexto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de los protocolos ketamina-midazolam/tiletamina-zolazepam sobre parámetros fisiológicos (frecuencia respiratoria y cardíaca, saturación parcial de oxígeno, temperatura central y periférica), en función al tiempo y al tratamiento anestésico en tortugas *Chelonoidis carbonaria* sometidas a procedimientos exploratorios de rutina

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio de tipo experimental se utilizaron 20 ejemplares de la especie *Chelonoidis carbonaria* (Tortuga terrestre de cara naranja) clínicamente sanas, sin distinción de sexo ni edad. Las tortugas fueron sometidas a protocolos anestésicos, con consentimiento informado previo por parte de los propietarios, cumpliendo con la Ley N.º 4840 / De Protección y Bienestar Animal de la República del Paraguay (Poder Legislativo de la República del Paraguay, 2013).

Se realizó la sujeción semiológica de los pacientes, los cuales fueron divididos al azar en dos grupos de 10 tortugas. Los protocolos asignados a cada grupo fueron: G1: Ketamina (30 mg/kg) + midazolam (2 mg/kg); G2: Tiletamina + zolazepam (Zoletil® 100 mg) (7.5 mg/kg), inyectadas en ambos casos por vía intramuscular a nivel de la base del miembro anterior derecho, a nivel del músculo *Latissimus dorsi* (Figura 1).



Figura 1. Administración de los anestésicos

Luego de 20 minutos de la aplicación de los anestésicos se consideró que la sedación quedó establecida al presentar relajación muscular de los miembros y el cuello, así como ausencia del reflejo de retirada de cabeza, miembros y cloaca a través de estimulación y presión/manipulación de dichas regiones anatómicas. Se realizó oxigenoterapia en máscara (2 L/min) a los pacientes, debido a que los protocolos TIVA (Total Intravenous Anesthesia o Anestesia Intravenosa Total) pueden causar depresión respiratoria severa y periodos prolongados de apnea. Los pacientes fueron evaluados durante 60 minutos utilizando el monitor multiparamétrico de uso veterinario Shinova (Modelo 8F (V), Shinova Systems, China). Una vez obtenida la relajación del animal se procedió a realizar los procedimientos exploratorios de rutina: hisopado bucal e hisopado cloacal.

Se determinó la Frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto mediante el movimiento de la piel que recubre las fosas prefemorales), Frecuencia cardíaca (latidos por minuto) mediante el uso del equipo doppler arterial BV-520, Shenzhen Bestman Instrument, China) con una frecuencia de 9.0 MHz $\pm 10\%$. La saturación de oxígeno (estimado en porcentaje por oximetría colocando el transductor en el miembro anterior o posterior), Temperatura central (dispositivo de abordaje oro-esofágico) y periférica (colocado

Cuadro 1. Valores referenciales

Parámetro	Valor referencial	Fuente
Frecuencia respiratoria	10-30 resp/min	Mader (2006)
Frecuencia cardíaca	30 lat/min	
Temperatura central	25-30 °C	
Temperatura periférica	25-30 °C	
Saturación parcial de oxígeno	>75-78%	Silva (2012)

en fosa prefemoral) fueron medidos utilizando monitor multiparamétrico de uso veterinario ya indicado. Estas mediciones se hicieron a intervalos de 10 minutos durante una hora. Todos los pacientes fueron evaluados hasta la recuperación total, estimada mediante la recuperación de los movimientos de cabeza y cuello, movilidad de las patas y la cola, e ingestión de alimentos. No se realizaron medicaciones pos-anestésicas a los pacientes, debido a que las maniobras realizadas no generaban dolor, inflamación ni riesgo de infección. Los valores de referencia utilizados para la especie se presentan en el Cuadro 1.

Las diferencias entre protocolos fueron determinadas mediante un análisis de varianza, con 95% de confianza. Se evaluaron los resultados en función al tiempo y al tratamiento anestésico, así como entre la interacción de las dos variables. Para la comparación de medias se aplicó test de Tukey ($p < 0.05$). En todos los análisis se utilizó el paquete estadístico Infostat v. 2018e (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos grupos se estableció la sedación a los 17 ± 3.6 min y se recuperaron en 7 ± 1.6 h, sin necesidad de recurrir al uso de antagonistas.

Frecuencia Respiratoria

Los valores promedio de la FR se mantuvieron en todo momento dentro del margen de los valores de referencia para la especie (10-30 resp/min; Mader, 2006) (Cuadro 2). No obstante, en ambos grupos hubo una disminución inicial de la FR (minuto 10), especialmente en el Grupo 1 que continuó con una leve disminución hasta el minuto 30, variando entre aumentos y disminuciones al minuto 40 y 50, para finalizar con un promedio de 20 resp/min. La FR fue mayor en G2 con relación a G1, presentando una FR de 22.5 resp/min en el minuto 60 del estudio. La FR del estudio presentó valores inferiores a los reportados por Silva (2012) de 33.70-35.11 resp/min en tortugas anestesiadas con el protocolo ketamina-medetomidina.

Valorando las drogas en estudio, los agentes anestésicos disociativos como la ketamina y la tiletamina no causan depresión respiratoria significativa a dosis usuales (como las utilizadas en este estudio), pero a dosis más altas pueden provocar un descenso de la frecuencia respiratoria (Botana, 2002; Plumb, 2010).

Plumb (2010) describe que el midazolam tiene menos efectos depresores cardiopulmonares que la ketamina, además de ser hidrosoluble, puede mezclarse con otros fármacos y no tiende a acumularse en el cuerpo luego de dosis repetidas. En cambio, zolazepam está mayormente relacionado con cuadros de depresión respiratoria (Carpenter, 2006; West *et al.*, 2007) que, si bien se utiliza en para sedación y anestesia, puede presentarse depresión respiratoria grave (puede requerir ventilación).

Cuadro 2. Valores promedio de interacción entre el tiempo de aplicación del anestésico y el tipo de anestésico sobre variables fisiológicas en tortugas *Chelonoidis carbonaria* (n=10 por grupo)

	Tiempo (min)	FR (resp/min)	FC (/lat/min)	Sp O ₂ (%)	Temp periférica (°C)	Temp. central (°C)
Grupo 1	0	21.8 ^{a,b,c}	27.6 ^{ab}	80.8 ^a	26.1 ^a	27.43 ^a
	10	18.9 ^{a,b,c}	25.3 ^{ab}	78 ^a	25.77 ^a	27.35 ^a
	20	17.7 ^{a,b}	24.2 ^{ab}	82.3 ^a	25.61 ^a	27.3 ^a
	30	17.4 ^a	23.4 ^a	81.2 ^a	25.53 ^a	27.1 ^a
	40	24.3 ^{a,b,c}	24.3 ^{ab}	78.9 ^a	25.29 ^a	27.02 ^a
	50	24.8 ^{b,c}	24.8 ^{ab}	81.4 ^a	25.08 ^a	27.06 ^a
	60	25.8 ^c	25.8 ^{ab}	83.2 ^a	25 ^a	26.75 ^a
Grupo 2	0	25.3 ^c	29.5 ^b	84.5 ^a	26.29 ^a	27.43 ^a
	10	21.9 ^{a,b,c}	28.1 ^{ab}	82.5 ^a	26.16 ^a	27.35 ^a
	20	21.6 ^{a,b,c}	26.3 ^{ab}	76.6 ^a	25.88 ^a	27.35 ^a
	30	22.7 ^{a,b,c}	26.4 ^{ab}	74.2 ^a	25.62 ^a	27.15 ^a
	40	23.7 ^{a,b,c}	27.2 ^{ab}	77 ^a	25.61 ^a	27.06 ^a
	50	22.6 ^{a,b,c}	25.2 ^{ab}	78.9 ^a	25.67 ^a	26.9 ^a
	60	22.5 ^{a,b,c}	25.7 ^{ab}	82.4 ^a	25.42 ^a	26.55 ^a

Grupo 1: Ketamina (30 mg/kg) + Midazolam (2 mg/kg) IM; Grupo 2: Tiletamina + Zolazepam (7.5 mg/kg) IM
 FR: Frecuencia respiratoria; FC: Frecuencia cardiaca; Sp O₂: Oximetría de pulso; Temp: temperatura. ^{a,b,c}
 Promedios con superíndices diferentes dentro de columnas son estadísticamente diferentes (p>0.05)
 Error Estándar: FR: ±1.57; FC: ±1.17; SPO₂:2.44; Temp. periférica: ±0.52; Temp. central: ± 1.37

Scheelings *et al.* (2020) caracterizaron la anestesia intramuscular con ketamina (5 mg kg⁻¹), medetomidina (0.05 mg kg⁻¹), tramadol (5 mg kg⁻¹) IM en 10 crías de tortugas verdes (*Chelonia mydas*), logrando la inducción anestésica en 3.4 min y durante 20 min con una marcada apnea. La recuperación fue sin incidentes después de la antagonización del atipamazol, con un tiempo medio de recuperación de 15.5 ± 15.4 min. Si bien las drogas utilizadas por ese grupo de investigadores fueron parcialmente diferentes, el anestésico disociativo (ketamina) fue el mismo utilizado en el presente estudio, sin que se hayan observado largos periodos de apnea.

Se encontraron diferencias significativas en relación a los tiempos estudiados (p=0.0023), no así en cuanto al tratamiento (protocolos anestésicos), donde se obtuvo un p=0.0952.

Frecuencia Cardiaca

Los valores de frecuencia cardiaca (Cuadro 2) se mantuvieron dentro del margen de referencia para la especie (hasta 30 latidos/min; Mader, 2006), pero presentando una leve disminución de la frecuencia cardiaca. Los efectos de los anestésicos disociativos sobre el aparato cardiovascular incluyen aumento del volumen minuto, fre-

cuencia cardiaca, presión aórtica media, presión de la arteria pulmonar y presión venosa central, con efectos variables sobre la resistencia periférica total (Adams, 2003; Plumb, 2010). Los resultados del presente estudio no coinciden con la bibliografía de referencia, ya que en todos los casos se presentó una ligera disminución de la frecuencia cardiaca.

En el estudio de Silva (2012) en tortugas morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) despiertas del Zoológico de Matecaña, Pereira, Colombia se reportaron valores de 74.3 ± 4.7 lat/min (mínimo: 65; máximo: 80 lat/min), datos que difieren con respecto al presente estudio, teniendo en cuenta que, durante actos anestésicos, la frecuencia cardiaca tiende a bajar. Por otro lado, Caycedo (2008) reportó frecuencias cardiacas de 31.15 lat/min bajo condiciones de anestesia con un protocolo de ketamina-medetomidina.

Dentro de grupo, se encontraron diferencias significativas entre el antes y los minutos 30 y 50 de ambos grupos ($p=0.0304$), así como entre protocolos anestésicos ($p=0.035$); sin embargo, no hubo diferencias por efecto de la interacción tiempo-tratamiento ($p=0.76$).

Oximetría de Pulso (SP O₂ (%))

Se observó variación a lo largo del periodo estudiado (Cuadro 2), con un valor por debajo del margen de referencia ($>75-78\%$; Silva, 2012) en el minuto 30, grupo 2, probablemente debido a la disminución de la temperatura, lo cual se tradujo en vasoconstricción y menor perfusión periférica. El resto de los valores encontrados, coinciden y/o son superiores a los reportados por Silva (2012), quien describió una media de Sp O₂ de $74.94 \pm 3.24\%$, con intervalos de mínimos y máximos de 69 a 82%, e indicando que cuanto mayor es la saturación es mejor la perfusión y la oxigenación (Figura 2).

En la medición de la saturación de oxígeno, se debe tener en cuenta a la hemoglobina, la cantidad de oxígeno que transporta y una buena lectura del equipo (Berruzo y Goñi, 2003). Silva (2012) evidenció una variación marcada en las mediciones (de $75.7 \pm 3.4\%$ a $75.05 \pm 2.7\%$), indicando que podría deberse el aumento de la temperatura corporal.

La medición del oxígeno disuelto en sangre determina tanto el grado de saturación de la hemoglobina como la difusión o movimiento de oxígeno desde la sangre a los tejidos. Los mayores cambios que pueden alterar la afinidad de la hemoglobina al oxígeno son la temperatura, cambios de presión de CO₂ y la concentración de iones H⁺. Si se toma en consideración que los glóbulos rojos de los reptiles son diferentes a los de los mamíferos debido a su estructura nucleada, la cantidad de transporte de oxígeno podría ser inferior (Seebacher y Franklin, 2004; Silva, 2012).

No hubo diferencias significativas con relación a los tiempos estudiados ($p=0.2297$), ni por el tratamiento (protocolos anestésicos) ($p=0.2906$), ni por la interacción tiempo-tratamiento ($p=0.1609$).

Temperatura Central y Periférica

Los valores de temperatura, tanto central como periférica, se mantuvieron en todo momento dentro del margen de referencia para la especie (25-30 °C; Mader, 2006), aunque el promedio en ambos grupos fue disminuyendo con el tiempo. Caycedo (2008) reportó temperaturas medias de 28.9 °C cuando sometió a los individuos de la especie *Chelonoidis carbonaria* al protocolo ketamina-medetomidina y bajo condiciones ambientales diferentes. Los quelonios son heliotermos y su escala de temperatura corporal varía entre los 22 y los 33 °C, ya que debido a su caparazón no pueden disminuir la

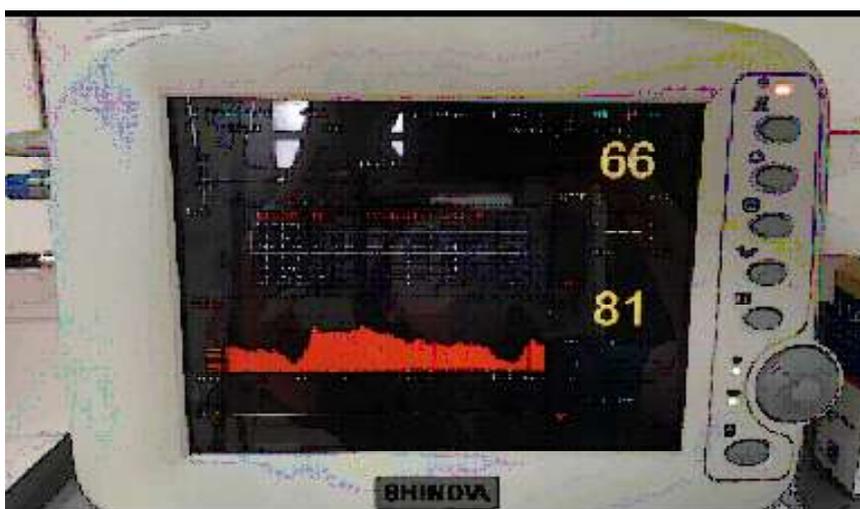


Figura 2. Monitor multiparamétrico de uso veterinario Shinova 8F (V), utilizado en el estudio. Nótese el valor de saturación parcial de oxígeno (%)

temperatura corporal con facilidad y, por lo tanto, en estado natural, buscan sombras entre la vegetación (O'Malley, 2007; Seebacher y Franklin, 2004).

No hubo diferencias significativas con relación a los tiempos estudiados ($p=0.4992$ y $p=0.9982$ respectivamente), ni por el tratamiento ($p=0.2412$ y $p=0.9659$, respectivamente), ni al evaluar la interacción entre el tiempo-tratamiento ($p=0.9999$ y $p=0.9995$, respectivamente).

Harms *et al.* (2007) estudiaron la anestesia de campo en 10 tortugas laúd (*Dermochelys coriacea*), usando dosis iniciales de 3 a 8 mg/kg de ketamina y de 30 a 80 μ g/kg de medetomidina vía IV y donde un grupo recibió dosis suplementarias de 2.6 a 3.9 mg/kg de ketamina más 0 a 39 μ g/kg de medetomidina. Las temperaturas cloacales disminuyeron levemente durante el periodo de anestesia, con periodos de apnea en algunas tortugas de hasta 28 minutos. Las temperaturas reportadas fueron menores a las del presente estudio, probablemente debido a factores de manejo (Silva, 2012).

CONCLUSIONES

Hubo diferencias significativas en la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria por efecto de los protocolos anestésicos utilizados, en tanto que no hubo diferencias en la saturación parcial de oxígeno y las temperaturas central y periférica en las tortugas *Chelonoidis carbonaria*.

Agradecimientos

A los doctores integrantes del plantel del Centro Veterinario VETCIA por la logística para realizar el estudio.

LITERATURA CITADA

1. Adams HR. 2003. Farmacología y terapéutica veterinaria. 2° ed. Zaragoza, España: Acribia. 1907 p.
2. Aguilar RF, Hernández SM, Divers SJ, Perpiñan D. 2010. Atlas de medicina de animales exóticos. 2° ed. Buenos Aires, Argentina: Inter Médica. 195 p.

3. **Berruezo IA, Goñi IA. 2003.** Oxigenoterapia y monitorización respiratoria no invasiva. Servicio Navarro. Técnicas de Urgencias.
4. **Botana L 2002.** Farmacología y terapéutica veterinaria. Madrid: McGraw-Hill. 734 p.
5. **Boyer TH, Boyer DM. 2006.** Turtles, tortoises, and terrapins. In: Mader D. Reptile medicine and surgery. 2nd ed. Missouri: Saunders Elsevier. 2897 p.
6. **Carpenter JW.** Formulario de animales exóticos. 3^o ed. Buenos Aires: Inter-Médica. 540 p.
7. **Caycedo A. 2008.** Determinación de la dosis efectiva y el efecto anestésico de la asociación ketamina-medetomidina en tortugas *Geochelone carbonaria*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tunja. UPTC.
8. **Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2018.** InfoStat v. 2018. Centro de Trasferencia Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [Internet]. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
9. **Fontanillas J, García C, Gaspar L. 1999.** Los reptiles: biología, comportamiento y patología. Madrid: Mundi-Prensa. 160 p.
10. **Harms CA, Eckert SA, Kubis SA, Campbell M, Levenson DH, Crognale MA. 2007.** Field anaesthesia of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). Vet Rec 161: 15-21. doi: 10.1136/vr.161.1.15
11. **Mader DR. 2006.** Reptile medicine and surgery. 2nd ed. Sant Louis: Elsevier. 1242 p.
12. **Norman D, Naylor L. 1994.** Anfibios y reptiles del chaco paraguayo. San José, Costa Rica. Norman D. 281 p.
13. **O'Malley B. 2007.** Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos. Zaragoza: Servet. 322 p.
14. **Poder Legislativo de la República del Paraguay. 2013.** Ley N,º 4840 / De Protección y Bienestar Animal de la República del Paraguay. [Internet]. Disponible en <https://www.globalanimallaw.org/downloads/database/national/paraguay/par135596.pdf>
15. **Plumb DC. 2010.** Manual de farmacología veterinaria. 6^a ed. Buenos Aires: Inter-Médica. 1281 p.
16. **Scheelings TF, Gatto C, Reina RD. 2020.** Medetomidine-ketamine anesthesia in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). Vet J 98: 511-516.
17. **Seebacher F, Franklin CE. 2004.** Cardiovascular mechanism during thermoregulation in reptiles. Int Congr Ser 1275: 242-249. doi: 10.1016/j.ics.2004.08.050
18. **Silva ED. 2012.** Estandarización de parámetros fisiológicos mediante el uso del equipo multiparámetros Zodan 120D en tortuga morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) del Zoológico Matecaña, Pereira, Risivalda. Tesis de Grado. Colombia: Fundación Universitaria Juan de Castellanos. 51 p.
19. **West G, Heard D, Caulkett N. 2007.** Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia. Nueva Jersey: Blackwell Publishing. 259 p.