TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE HEMOGASOMETRÍA EN CUYES (*Cavia porcellus*) SOMETIDOS A ANESTESIA CON KETAMINA Y XILACINA VS KETAMINA Y DEXMEDETOMIDINA"

Tesis para optar el título profesional de:

Médico Veterinario y Zootecnista

Presentado por:

Patricia Cristina Zegarra Vargas (0000-0003-4146-9924)

Asesor:

Gianmarco Paolo Rojas Moreno (0000-0001-7648-3588)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

CIENTÍFICA
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 17:00 horas del 17 de mayo 2018, en el Auditorio del Campus Villa I, bajo la presencia del jurado examinador nombrado por **Resolución Directoral N° 138 – EMVZ – FCVB – U. CIENTÍFICA - 2017**, presidido por el Mg. Boris Lira Mejía, M.V.Z. Leonardo Sánchez Arboleda, M.V. Siever Morales Cauti, Mg. Gianmarco Rojas Moreno como Director – Observador. Se procedió en acto público a la sustentación de la tesis **"COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE HEMOGASOMETRÍA EN CUYES (*Cavia porcellus*) SOMETIDOS A ANESTESIA CON KETAMINA Y XILACINA VS KETAMINA Y DEXMEDETOMIDINA".**

El presidente concedió el uso de la palabra a la Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia ***Zegarra Vargas Patricia Cristina,*** para la sustentación de su tesis. Luego de la exposición, la bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

El Jurado acordó otorgarle la nota de:

.....DIECISEIS..... 16 (16)

El presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las: 18:00hrs.

Mg. Boris Lira Mejía
Presidente

M.V. Siever Morales Cauti
Miembro

M.V.Z. Leonardo Sánchez Arboleda
Miembro

Mg. Gianmarco Rojas Moreno
Director - Observador

007-2018

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DEL INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (versión 2.0) [1]

Lima, 14 de Julio del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan
Vicerrector de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Los abajo firmantes – Patricia Cristina Zegarra Vargas, egresada de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Científica del Sur, y el asesor de tesis Gianmarco Rojas Moreno – declaramos que este informe final de tesis titulado ""Comparación de los valores de Hemogasometría en cuyes *(Cavia porcellus)* sometidos a anestesia con Ketamina y Xilacina VS. Ketamina y Dexmedetomidina"", que presentamos para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista, es original.

En consecuencia, declaramos que el informe no contiene plagio ni total ni parcial; que, cuando se utilizó información de fuentes externas, se reconoció su autoría mediante la citación correspondiente; y que los resultados obtenidos son producto íntegro de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo ello en cumplimiento del Código de ética en la Investigación, Reglamento de Disciplina de Pregrado y Posgrado, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Declaramos, además, que no se han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), ni generativas ni de ningún otro tipo, en ninguna fase del desarrollo de la investigación ni en la redacción del informe final de tesis/trabajo de investigación. Todo el material contenido en este informe fue elaborado íntegramente por el/los autor(es), sin asistencia de herramienta alguna de IA.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, uso indebido de IA generativa o uso no declarado de IA, nos sometemos al proceso de investigación que establezca la Universidad y aceptamos las sanciones que pudieran corresponder. También declaramos conocer las normativas institucionales que regulan las sanciones aplicables en estos casos, incluido el de la compra y venta de tesis.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI: 72905746

Firma del asesor de tesis
DNI: 40626154

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo Nº 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/3652

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Comparación de los valores de hemogasometría en cuyes (Cavia porcellus) sometidos a anestesia con ketamina y xilacina vs ketamina y dexmedetomidina

Autores.
Patricia Cristina Zegarra Vargas

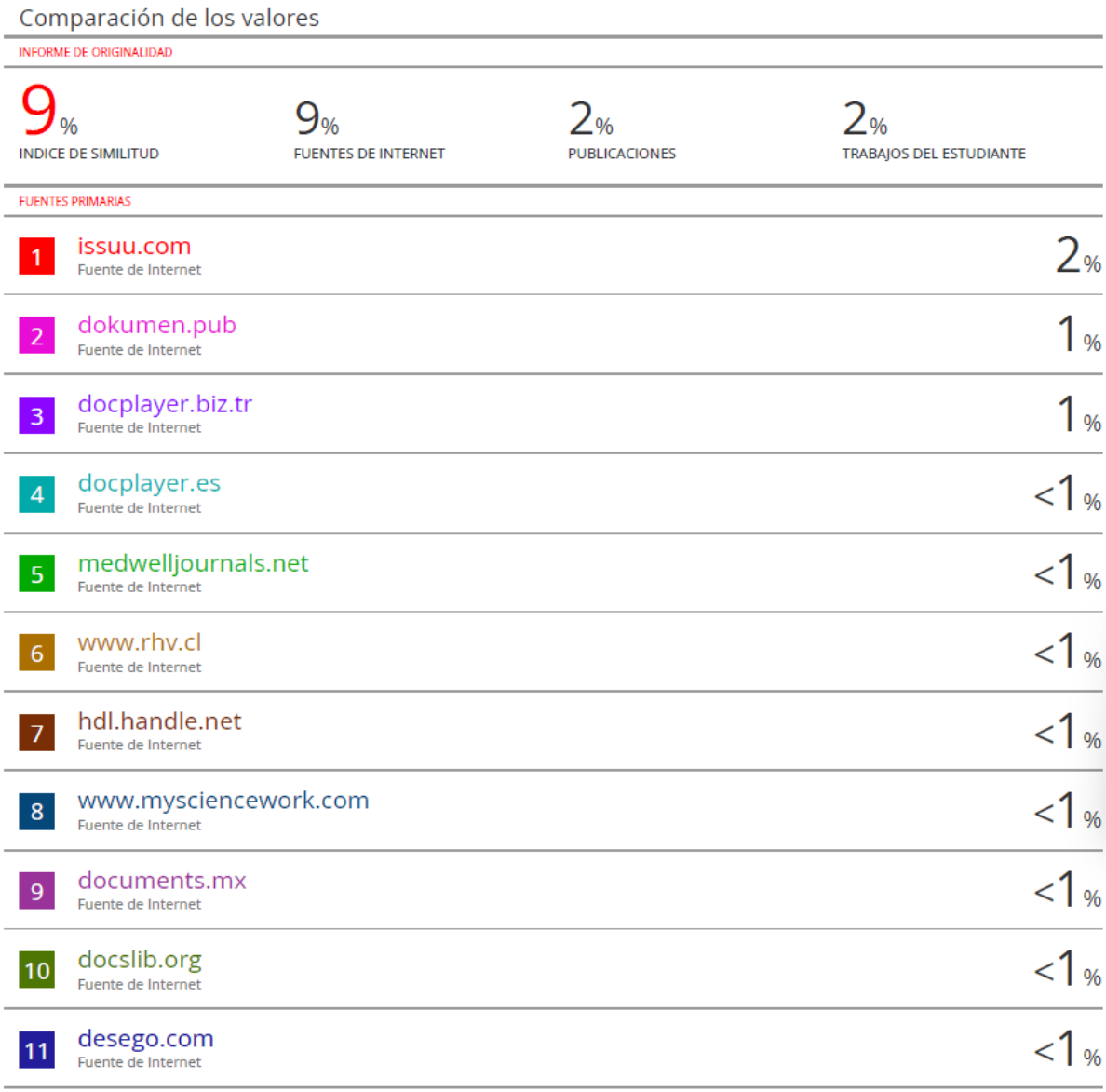
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 3053479196).

Código de registro. 003-2017-PRE16R

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Comparación de los valores

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	issuu.com Fuente de Internet	2%
2	dokumen.pub Fuente de Internet	1%
3	docplayer.biz.tr Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
5	medwelljournals.net Fuente de Internet	<1%
6	www.rhv.cl Fuente de Internet	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	www.mysciencework.com Fuente de Internet	<1%
9	documents.mx Fuente de Internet	<1%
10	docslib.org Fuente de Internet	<1%
11	desego.com Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE HEMOGASOMETRÍA EN CUYES (*Cavia porcellus*) SOMETIDOS A ANESTESIA CON KETAMINA Y XILACINA VS KETAMINA Y DEXMEDETOMIDINA"

Tesis para optar el título profesional de:

Médico Veterinario y Zootecnista

Presentado por:

Patricia Cristina Zegarra Vargas (0000-0003-4146-9924)

Asesor:

Gianmarco Paolo Rojas Moreno (0000-0001-7648-3588)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

Este estudio va dedicado a Dios y a mis padres;

por darme su apoyo, comprensión y paciencia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por acompañarme en el camino, por no haber permitido que me rinda ni me dé por vencida.

A mis padres por su paciencia y estar siempre conmigo, apoyándome en todo momento. Por ser esos muros que necesitaba para sostenerme y por no abandonarme ni un solo día.

A mi abuela, mi madrina y mi tía, por su preocupación constante y consejos que sin duda sirvieron de mucho en la elaboración de este trabajo de investigación.

A mis amigas por su amistad incondicional y apoyo constante.

A mi director de tesis Gianmarco Rojas y asesor Eglinton Villacaqui, cuya colaboración y conocimientos fueron fundamentales para culminar esta tesis. Ayudándome a crecer profesionalmente y brindándome su amistad.

Sé que no me equivoqué, ser Médico Veterinaria es la satisfacción más grande que puedo tener.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN 5
ABSTRACT 6
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7
II. MARCO TEÓRICO 9
1. Antecedentes 9
2. Generalidades 13
3. Hemogasometría 15
2.1. Acidosis *15*
2.2. Alcalosis *18*
2.3. Toma de muestra sanguínea *19*
4. Anestesia 20
4.1. Ketamina 21
4.2. Tranquilizantes alfa2 agonistas 22
4.3. Asociaciones de Ketamina + Alfa2-agonistas 25
III. OBJETIVOS/ HIPÓTESIS 27
1. Objetivo 27
2. Hipótesis 27
2.1. Hipótesis general (H1): *27*
2.2. Hipótesis nula (H0): *27*
IV. METODOLOGÍA 28
1. Localización 28
2. Población y muestra 28
3. Diseño experimental 28
4. Procesamiento de la muestra 29
4.1. Sedación de los animales 29
4.2. Toma de muestra 29
V. RESULTADOS 30
1. Ketamina-Xilacina 30
2. Ketamina-Dexmedetomidina 31
2.1. Ketamina-Xilacina vs Ketamina-Dexmedetomidina *31*
V. DISCUSIÓN 35
VI. CONCLUSIONES 41

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. RECOMENDACIONES 42
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43
IX. ABREVIATURAS 48
X. ANEXOS 50

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gases sanguíneos, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en sangre total cuyes bajo anestesia con Ketamina (25 mg/kg) y Xilacina (0.4 mg/kg)..... 32
Tabla 2. Gases sanguíneos, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en sangre total cuyes bajo anestesia con Ketamina (25 mg/kg) y Dexmedetomidina (0.04 mg/kg)..... 33
Tabla 3. Efecto de la anestesia sobre los gases en sangre, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en la sangre total de cuyes bajo los protocolos de KX (25mg/kg – 0.4mg/kg; respectivamente) y ketamina-dexmedetomidina (25mg/kg –0.4mg/kg; respectivamente) y ketamina-dexmedetomidina (25mg/kg – 0.04mg/kg; respectivamente)..... 34

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Comparación de ambos protocolos para la variable "pH" 50
Anexo 2. Comparación de ambos protocolos para la variable “pO2” 50
Anexo 3. Comparación de ambos protocolos para la variable “pCO_2” 51
Anexo 4. Comparación de ambos protocolos para la variable “Na^+” 51
Anexo 5. Comparación de ambos protocolos para la variable “K^+” 52
Anexo 6. Comparación de ambos protocolos para la variable “Ca^{++}” 52
Anexo 7. Comparación de ambos protocolos para la variable “Cl^-” 53
Anexo 8. Comparación de ambos protocolos para la variable “Hcto” 53
Anexo 9. Comparación de ambos protocolos para la variable “tHb” 54
Anexo 10. Comparación de ambos protocolos para la variable “Ch” 54
Anexo 11. Comparación de ambos protocolos para la variable “$HCO3^-$ act” 55
Anexo 12. Comparación de ambos protocolos para la variable “HCO_3^- std” 55
Anexo 13. Comparación de ambos protocolos para la variable “BE (ecf)” 56
Anexo 14. Comparación de ambos protocolos para la variable “BE (b)” 56
Anexo 15. Comparación de ambos protocolos para la variable “BB (B)” 57
Anexo 16. Comparación de ambos protocolos para la variable “$ctCO_2$” 57
Anexo 17. Comparación de ambos protocolos para la variable “sO_2 (est)” 58
Anexo 18. Comparación de ambos protocolos para la variable “Ca^{++} (7.4)” 58
Anexo 19. Comparación de ambos protocolos para la variable “AnGap” 59

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar la presencia significativa de la variación de gases en sangre en cuyes (*Cavia porcellus*) sometidos a anestesia con Ketamina 25 mg/kg y Xilacina 4 mg/kg vs Ketamina 25 mg/kg y Dexmedetomidina 0,04 mg/kg, ya que estos son animales que generalmente son utilizados para investigación y/o experimentos donde con frecuencia se requieren muestras de sangre. Se evaluaron 41 cuyes (18 machos y 23 hembras) con un peso mayor a 500 gramos. Se anestesió a 22 cuyes con el protocolo N°1 (Ketamina – Xilacina) y a 19 cuyes con el protocolo N°2 (Ketamina – Dexmedetomidina) para poder conseguir muestras de sangre directamente del corazón, las cuales fueron llevadas posteriormente al laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Científica del Sur, y procesadas a través del Hemogasómetro.

Los resultados para el primer protocolo fueron: pH 7,367 ± 0.02; PO_2 47,732 ± 7,7 mmHg; Na^+ 137,681 ± 1,6 mmol/L; K^+ 2,295 ± 0,19 mmol/L; Ca^{++} 0,998 ± 0,1 mmol/L; Cl^- 104,636 ± 3,8 mmol/; Hcto 32,773 ± 2,11% tHb 11,35 ± 0,6 g/dL; ; Ch 43,332 ± 2,2 mmol/L; HCO_3^- act 26,445 ± 2,09 mmol/L; HCO_3^- std 24,664 ± 1,8 mmol/L BE (efc) 1,1182 ± 2,3 mmol/L; BE (B) 0,7045 ± mmol/L; BB(B) 47,177 ± 1,98 mmol/L; $ctCO_2$ 28,045 ± 2,2; SO_2 (est) 67,955 ± 7,42; Ca^{++} (7,4) 0,949 ± 0,1 y AnGap 9,864 ± 2. En el caso del segundo protocolo se obtuvo lo siguiente: pH 7,361 ± 0,02; PO_2 39,095 ± 4,8 mmHg; PCO_2 42,011 ± 6,6 mmHg; Na^+ 139,211 ± 1 mmol/L; K^+ 3,479 ± 0,26 mmol/L; Ca^{++} 0,908 ± 0,1 mmol/L; Cl- 109,789 ± 3,4 mmol; Hcto 32,737 ± 1,5%; tHb 11,121 ± 0,5 g/dL; Ch 43,768 ±2,2 mmol/L HCO_3^- act 23,805 ± 2,18 mmol/L; HCO_3^- std 22,616 ± 1,8 mmol/L ctCO2 25,158 ± 2,3 mmol/L; SO_2 (est) 62,526 ± 9%; Ca^{++} (7,4) 0,893 ± 0,1 mmol/L y AnGap 9,263 ± 3,1 mmol/L.

No se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre el protocolo N°1 y el protocolo N°2.

Palabras clave: anestesia, gases en sangre; ketamina, dexmedetomidina.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the significant variations in blood gases in guinea pigs (*Cavia porcellus*) anesthetized with Ketamine 25 mg/kg and Xylazine 4 mg/kg versus Ketamine 25 mg/kg and Dexmedetomidine 0.04 mg/kg, because these animals are commonly used in research and experiments where blood sampling is frequently required. Forty-one guinea pigs (18 males and 23 females) weighing more than 500 grams were evaluated. Twenty-two guinea pigs were anesthetized with Protocol No. 1 (Ketamine–Xylazine) and 19 with Protocol No. 2 (Ketamine–Dexmedetomidine) to obtain blood samples directly from the heart. The samples were subsequently taken to the laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Universidad Científica del Sur and processed using a blood gas analyzer.

For the first protocol, the following values were obtained: pH 7.367 ± 0.02; PO_2 47.732 ± 7.7 mmHg; Na^+ 137.681 ± 1.6 mmol/L; K^+ 2.295 ± 0.19 mmol/L; Ca^{2+} 0.998 ± 0.1 mmol/L; Cl^- 104.636 ± 3.8 mmol/L; Hct 32.773 ± 2.11%; tHb 11.35 ± 0.6 g/dL; Ch 43.332 ± 2.2 mmol/L; HCO_3^- act 26.445 ± 2.09 mmol/L; HCO_3^- std 24.664 ± 1.8 mmol/L; BE (ecf) 1.1182 ± 2.3 mmol/L; BE (B) 0.7045 ± mmol/L; BB(B) 47.177 ± 1.98 mmol/L; $ctCO_2$ 28.045 ± 2.2; SO_2 (est) 67.955 ± 7.42; Ca^{2+} (7.4) 0.949 ± 0.1; and AnGap 9.864 ± 2.For the second protocol, the results were: pH 7.361 ± 0.02; PO_2 39.095 ± 4.8 mmHg; PCO_2 42.011 ± 6.6 mmHg; Na^+ 139.211 ± 1 mmol/L; K^+ 3.479 ± 0.26 mmol/L; Ca^{2+} 0.908 ± 0.1 mmol/L; Cl^- 109.789 ± 3.4 mmol/L; Hct 32.737 ± 1.5%; tHb 11.121 ± 0.5 g/dL; Ch 43.768 ± 2.2 mmol/L; HCO_3^- act 23.805 ± 2.18 mmol/L; HCO_3^- std 22.616 ± 1.8 mmol/L; $ctCO_2$ 25.158 ± 2.3 mmol/L; SO_2 (est) 62.526 ± 9%; Ca^{2+} (7.4) 0.893 ± 0.1 mmol/L; and AnGap 9.263 ± 3.1 mmol/L.No statistically significant difference ($p > 0.05$) was found between Protocol No. 1 and Protocol No. 2.

Keywords: anesthesia, blood gases, ketamine, dexmedetomidine.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cuy *Cavia porcellus* es un mamífero roedor proveniente de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia en los Andes, donde siempre ha tenido una estrecha relación con el pueblo pre-Inca, ya sea como fuente de alimento o asociado con las tradiciones mantenidas hasta la actualidad (Wing, 1986). Desde el siglo XVI, este animal ha ganado popularidad en todo el mundo ya sea como mascota, para fines de exposición, o como animal de laboratorio. Su uso en este último ámbito ha sido un valioso aporte para la investigación biomédica que ha contribuido al logro de importantes avances del conocimiento científico y médico (Hernández, 2006), destacándose su papel en el estudio de enfermedades como la tuberculosis, así como en el desarrollo de técnicas de reproducción asistida aplicables posteriormente en humanos (Grégoire et al., 2010).

El trabajo con animales de laboratorio ha evolucionado significativamente, orientándose tanto a garantizar un trato humanitario hacia estos como a elevar la calidad metodológica de las investigaciones que los emplean. Esto implica, por un lado, precisar con detalle las condiciones genético-sanitarias y ambientales bajo las que se diseñan los experimentos y, por otro, asumir una postura ética frente al uso de seres vivos con fines científicos. Solo a partir de este cuidado es posible obtener resultados que sean válidos, confiables, reproducibles y comparables entre estudios (Hernández, 2006).

El cuy es un modelo útil para estudiar alteraciones de pH (ácido / base) y los parámetros respiratorios en los ensayos preclínicos y estudios toxicológicos. Sin embargo, no existe mucha información científica válida sobre datos normativos que hayan estudiado los gases en sangre arterial (GSA) en animales anestesiados, que nos ayude a evidenciar que protocolo anestésico puede generar menor alteración en estos niveles, además de que resulta importante determinar la presencia de variación metabólica cuando son sometidos a eventos de este tipo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Las investigaciones y/o experimentos donde generalmente son utilizados, frecuentemente requieren muestras de sangre. Para la obtención de estas, se debe recurrir a técnicas adecuadas de tal manera que se disminuya la tensión y/o estrés en los animales, sin lo cual podría alterar significativamente los resultados de las variables fisiológicas obtenidas en dichos animales. Por lo general, estas muestras se toman de cuyes bajo anestesia para facilitar la inmovilización y minimizar el estrés de los animales, garantizando resultados más fiables; sobre todo cuando se trabaja con hemogasometría.

Aunque han sido el foco de numerosos ensayos de anestesia, muchos investigadores han enfocado el estudio principalmente en las propiedades farmacodinámicas, no en las consecuencias cardiorrespiratorias de la anestesia; por tal razón, hay pocos datos sobre los efectos de la misma en esta especie.

El objetivo de este estudio es determinar mediante hemogasometría la presencia de variación metabólica significativa en cuyes *Cavia porcellus* sometidos a anestesia con Ketamina y Xilacina vs Ketamina y Dexmedetomidina.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

II. MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes

Los reportes disponibles relacionados a hemogasometría y anestesia en cuyes, son muy escasos. Sin embargo, existen algunas investigaciones que se pueden tomar como referencia. Por ejemplo, en un estudio realizado en la Universidad de Pittsburgh, Pennsylvania; se realizaron mediciones de gases arteriales en cuyes y se evaluó las concentraciones inspiradas de CO_2 para desafíos de rendimiento ventilatorio. Los cuyes fueron equipados, bajo anestesia, con una cánula en la carótida y usado 2 días después de exposición a concentraciones crecientes de CO_2 para evaluar su respuesta ventilatoria (volumen corriente y frecuencia respiratoria) y se tomaron muestras de sangre para la medición de O_2, CO_2, y el pH. Las mismas mediciones se hicieron en otro grupo de animales, en los cuales ocurrió un cambio en las concentraciones de O_2. Se concluyó que la respuesta ventilatoria aumentó conforme aumentaron las concentraciones de CO_2 hasta un 10%, mientras que hubo poco cambio inducido por el bajo nivel de oxígeno. La disminución de O_2 durante la exposición de los animales a CO_2 al 10% no tuvo efecto sobre la respuesta ventilatoria inducida en comparación al uso de CO_2 al 10% solo. Además, se verificó que la respuesta ventilatoria de los cuyes es mayor que para otros animales pequeños de laboratorio probados en condiciones similares, pero no es tan pronunciado como lo observado en los seres humanos (Alarie & Stock, 1988). Sánchez-Aparicio et al. (2009) buscó establecer los valores de referencia para el análisis de gases sanguíneos, electrolitos y variables bioquímicas para *Cavia porcellus* (Pelo corto-inglés y Duncan-Hartley) anestesiados con Ketamina-Xilacina (KX). Con respecto al pH sanguíneo, se observó poca variabilidad en las dos cepas utilizadas. Se concluyó que el rango de pH obtenido en este estudio puede considerarse fiable para investigaciones futuras (ya que ésta permanece estable a la combinación de KX). Los resultados obtenidos en este estudio van conforme a los valores reportados anteriormente para cuyes Duncan-Hartley bajo anestesia con KX (Hart et al., 1984; Jacobson, 2001) y a los reportados para cuyes pigmentados con la misma combinación de anestesia (Lall & Buckner, 1976).

Sánchez-Aparicio et al., (2009) reportó además que no hubo diferencias entre las cepas con respecto a los valores de PO_2; sin embargo, el rango de datos en el pelo corto cepa inglés tuvo resultados más amplios, debido a una mayor dispersión de datos. El rango de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

valores obtenidos para PO_2 en la cepa de Duncan-Hartley fue similar a los valores normales reportados (34,5-75,93 mmHg) para cuyes Duncan-Hartley anestesiados con KX por Jacobson (2001). Estos investigadores mencionan que los valores de PO_2 en Duncan-Hartley anestesiados fueron 79 ± 2 mmHg. Hart *et al.,* (1984), indican que 81 ± 13 mmHg podría considerarse como un valor normal en cuyes anestesiados con KX. Brown et al. (1989) informaron los valores más altos que hemos encontrado en la literatura sobre cuyes pigmentados anestesiados con KX (80,0 ± 8,9 mmHg).

Brown *et al.,* 1989, reportaron además que los valores de CO_2 tienden a elevarse significativamente después de la inducción con la combinación de anestesia KX. Del mismo modo, Jacobson 2001 observó una disminución prolongada en la frecuencia respiratoria, la disminución de O_2 en la sangre y el aumento de CO_2.

De acuerdo con (Schwenke & Cragg, 2004) el valor de PO_2 para cuyes sin anestesia es 98 ± 2 mmHg. Estos investigadores mencionaron que el uso de KX disminuye la PO_2 en un 17% y que generan alteración metabólica y depresión respiratoria en estos animales. En la misma investigación, Schwenke & Cragg reportaron una PCO_2 de 38 ± 1 mmHg y consideraron éste valor como elevado por los investigadores. Además, Brown *et al.* (1989) informaron que los cuyes anestesiados con KX tenía un parámetro de PCO_2 39.5 ± 6,5 mmHg como valor normal. Sin embargo, Jacobson en el 2001 informó que cuyes Duncan-Hartley anestesiados con KX se encuentran en un rango de 50.3-71.4 mmHg, más alto que lo reportado por los investigadores.

Sánchez *et al.* (2009) también señala, en relación al rango de referencia para Na^+ y K^+, que existieron diferencias entre las cepas pelo corto inglés y Duncan-Hartley; en los que mencionaban que dichos valores se podían considerar como normales en cuyes anestesiados con KX (3-50 mg/kg respectivamente). Sin embargo, los valores de calcio observados tenían una diferencia de 0,4 mmol/L entre las cepas, lo que resultó mayor para cuyes Duncan-Hartley. En cuanto a la PCO_2, la cepa Duncan-Hartley tenía niveles más altos en comparación con el pelo corto cepa Inglés.

El valor informado por Hart *et al.*, 1984, para cuyes de la cepa Duncan-Hartley anestesiados con KX para esta variable, fue de 34,1± 3 mmHg y se encuentra dentro del rango de valores que reportó el autor para la misma cepa. Los rangos de los valores reportados para los parámetros de HCO_3^- en cuyes Duncan-Hartley fueron similares a los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

que reportó previamente Jacobson (2001) en animales de la misma cepa y anestesiados con KX. El investigador informó de una serie de 20,3- 24,21 mEq/L lo cual fue considerado como normal para él.

Sánchez *et al.,* 2009, no observó ninguna diferencia en cualquiera de los valores de electrolitos o de gases en sangre en las dos cepas que utilizó; con excepción de las variables de Ca^{++} y la PO_2, cuyos valores fueron muy bajos. De esta manera, confirmó que la cepa de pelo corto Inglés pigmentada mostró una respuesta más favorable a los cambios de PCO_2, Ca^{++} y valores de hematocrito cuando fueron sometidos a restricción química con la combinación KX.

Grønlund & Carter (1982), buscaron establecer valores de referencia para los gases en sangre en fetos de cuyes; obtuvieron sangre por punción cardiaca o por punción de la vena umbilical y analizaron el pH, PCO_2, PO_2, la concentración de hemoglobina (Hb), saturación de oxihemoglobina (sO_2), y el volumen de glóbulos rojos. Las mediciones las realizaron cerca del término de la preñez, en el día 61-66, y fueron anestesiados con pentobarbital sódico y diazepam. En la sangre venosa umbilical, los valores medios de pH, PCO_2, PO_2, la Hb y sO_2, respectivamente, fueron 7,324; 45,1 mmHg, 29,5 mmHg, 8,8 mmol 1 (-1), y 0,57 moles de O_2 por mol de monómero de hemoglobina. Los valores correspondientes para la sangre arterial desde el corazón fueron 7,265; 53,4 mmHg, 18,6 mmHg, 9,2 mmol 1 (-1) y 0,25. Llegando a la conclusión de que los gases en la sangre de fetos de cuyes son mucho más parecidos a los de los fetos de primates y ungulados que ya han sido registrados anteriormente.

Sloan et al. (2011) buscaba estudiar el corazón aislado de *Cavia porcellus,* para lo cual debían anestesiarlos antes de evaluar este órgano. En este estudio, se trató de determinar si una mayor dosis de KX protegía el corazón aislado de cuyes contra el daño miocárdico por isquemia-reperfusión. Los machos Hartley se anestesiaron con cualquiera de las 2 dosis de KX (K: 85 mg/kg, X: 15 mg/kg, o K: 200 mg/kg, X: 60 mg/kg). Después de la toracotomía, los corazones sufrieron 20 min de isquemia seguido de 2h de reperfusión. La alta dosis de KX redujeron significativamente el tamaño del infarto de miocardio en comparación con la dosis baja (36±3% y 51±6%, respectivamente). Además, la alta dosis de KX mejoraron la función hemodinámica sobre la asociada con la dosis baja, medida por el aumento de la presión ventricular izquierda desarrollada (49±4 y 30±8 mmHg, respectivamente) y la tasa máxima de relajación ventricular izquierda (-876 ± 70 y -576

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

± 120 mm Hg/s, respectivamente). Sin embargo, la alta dosis de KX no alteró la tasa máxima de contracción ventricular izquierda o flujo coronario. Estos resultados sugieren que la suplementación de KX para asegurar un plano anestésico adecuado puede introducir variabilidad no deseada en los estudios de isquemia-reperfusión.

Nevalainen et al. (1989) llevaron a cabo la evaluación de la potencia anestésica de la combinación ketamina-medetomidina (KM) en ratas, cuyes y conejos. Utilizaron ambos sexos de las tres especies en grupos de cinco. En ratas, las combinaciones de dosis utilizadas de KM (ambas en mg/kg) fueron 0,25/60, 1/60 y 0,5/70; en cobayas 0,5/40 y en conejos 0,5/25 y 0,5/60. En ratas y conejos el reflejo de enderezamiento se perdió en 2-3 min. En ratas con dosis de 0,25/60 y 0,5/75, otros reflejos desaparecieron, reapareciendo después de 20-25 min y 60-70 min en machos, siendo los valores respectivos de 120-140 min y 150-180 en las hembras. El reflejo de enderezamiento reapareció después de 130-135 y 160-190 min en machos y 240 y más de 300 min en hembras en el orden anterior. En cuyes, independientemente de la ruta de administración de ketamina, todos los reflejos permanecieron. En conejos, una dosis de 0,5/25 causó la desaparición del reflejo del pellizco del oído. Se concluye que la combinación KM puede ser utilizada en ratas y conejos como anestésico y en cuyes sólo para inmovilización.

Wellington *et al*. (2013) realizaron un estudio basado en la comparación anestésica de KX vs ketamina-dexmedetomidina (KD) y tolerancia intraperitoneal en ratas. Lo que se buscaba era evaluar los efectos sedativos y fisiológicos de ambos protocolos cuando se administran por la vía intraperitoneal, así como el dolor y la molestia y el consiguiente daño peritoneal del tejido y el músculo después de la administración intraperitoneal de estas combinaciones. Para esto, se comparó el primer protocolo (K, 100 mg/kg, X, 10 mg/kg) y el segundo protocolo (K, 75 mg/kg, D, 1 mg/kg) por su capacidad para producir anestesia y la reversibilidad de sus efectos por Atipamezol (1 mg/kg) después de la administración intraperitoneal a ratas Wistar Han. Ambas combinaciones anestésicas condujeron a un nivel comparable de anestesia durante un periodo de 30 min. Sin embargo, la administración de KD condujo a una disminución del 20% en la frecuencia cardiaca, una disminución del 33% en la frecuencia respiratoria y una disminución del 20% en la saturación periférica de oxígeno desde los niveles basales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Generalidades

El cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Los países andinos manejan una población más o menos estable de 35 millones de cuyes, el Perú mantiene la mayor población. La crianza de cuyes cobra relevancia porque se trata de una alternativa cárnica basada en una especie herbívora que no compite por insumos alimenticios con los monogástricos, presenta un ciclo reproductivo corto y muestra gran plasticidad para adaptarse a distintos ecosistemas. Esta plasticidad se refleja en su amplio rango altitudinal de distribución, pues logra establecerse tanto en zonas costeras o de llano como en alturas cercanas a los 4,500 m.s.n.m., soportando climas fríos y cálidos por igual. En este contexto, la situación difiere entre países, mientras que en Ecuador la especie ocupa prácticamente todo el territorio nacional, en Colombia y Bolivia su presencia se concentra en zonas específicas, lo que se traduce en poblaciones de menor tamaño (Chauca Francia, 1997).

El estudio del cuy como especie productora de carne no es reciente. Los primeros trabajos de investigación se registran en el Perú desde la década de 1960, extendiéndose posteriormente a Colombia y Ecuador en la década de 1970, a Bolivia en la de 1980 y, finalmente, a Venezuela en la de 1990. Es precisamente la investigación desarrollada en territorio peruano la que ha consolidado el marco de referencia para reconocer a esta especie con fines cárnicos. A ello se suma que, en la actualidad, el cuy cumple funciones adicionales, empleándose tanto como mascota como en calidad de animal de experimentación (Chauca Francia, 2007).

Además de su beneficio para el consumo humano, también es utilizado como animal de laboratorio (Zapata Barrera et al., 2009). Es muy empleado como modelo experimental en una amplia gama de disciplinas, incluyendo la inmunología, la nutrición, la genética y las enfermedades infecciosas. Los cuyes (*Cavia porcellus*) han sido manejados como piloto en diversas infecciones virales y para evaluar la protección inducida por vacunas (Alonzo et al., 2008). Incluso es la especie con más uso para el estudio de la fisiopatología respiratoria humana, que va desde enfermedades pulmonares obstructivas; tales como enfermedades ocupacionales y asma, así como anafilaxia potencialmente mortal (Wagner & Manning, 1976). La razón por la que se emplean para realizar experimentos es que la utilización de otras especies si bien puede resultar ideal, es muy costosa. Por tal motivo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

se estudian los modelos en animales de laboratorio, lo cual permite la obtención de resultados que puedan ser extrapolables a menor costo.

Cavia porcellus es solicitada generalmente en investigación auditiva, mientras que la cepa Duncan-Hartley de la misma especie, se utiliza comúnmente en investigación biomédica (Brown *et al.,* 1989; Özbek et al., 2004; Schwenke & Cragg, 2004), donde con frecuencia se requieren muestras de sangre (Sánchez *et al.,* 2008). Las técnicas utilizadas para la obtención de la muestra deben ser minuciosas debido a la tensión que se genera en el animal, la cual puede afectar a las variables fisiológicas (Hernández*,* 2006).

Antes de convertirse en un referente de la investigación científica, el cuy ya llevaba unos 400 años bajo crianza doméstica en Sudamérica cuando los conquistadores españoles lo introdujeron en Europa. Con el paso de los siglos, y debido a la cercanía biológica que comparte con el ser humano, la especie se consolidó como sujeto de experimentación que resultó con el término "conejillo de indias", el cual proviene precisamente de este uso. Su aporte a la ciencia ha sido determinante en distintos frentes, sirvió de base para el descubrimiento de la vitamina C y, con ello, para buena parte de la investigación en nutrición, además de haber sido pieza clave en el desarrollo de vacunas contra la difteria y la tuberculosis, en el reemplazo de válvulas cardíacas, la transfusión sanguínea, la diálisis renal, y en la creación de antibióticos, anticoagulantes y fármacos contra el asma (Martin, 2016).

Pese a su relevancia histórica, el empleo de cuyes en investigación ha experimentado una caída superior al 75% desde 1988, tendencia asociada principalmente a la disminución de su uso en pruebas de seguridad. Parte de esta reducción se explica por la incorporación de un método menos agresivo para evaluar el potencial alergénico de sustancias químicas sobre la piel, en el que el ratón ha reemplazado al cuy como modelo. Como referencia de esta magnitud, en el Reino Unido se registraron poco más de 30,000 experimentos con esta especie durante 2006. Esta cifra no llegó a representar ni el 1% del total de la investigación animal en ese país, concentrados mayormente en los sistemas respiratorio, nervioso e inmunológico. Siendo así, el cuy continúa siendo un modelo indispensable en diversas áreas de la investigación científica (Martin, 2016).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Hemogasometría

Dominar la técnica de gasometría arterial constituye una competencia fundamental para el médico en formación, dado que se trata del método que permite evaluar tanto el estado respiratorio como el equilibrio ácido-base de un paciente, a través de la cuantificación de gases como el oxígeno y el dióxido de carbono, junto con el bicarbonato y otros parámetros sanguíneos. Su valor diagnóstico se incrementa al combinarse con electrolitos como sodio, potasio y cloro, así como con la albúmina, ya que en conjunto posibilitan estimar la brecha aniónica plasmática y con ello afinar la orientación diagnóstica. Precisamente esta capacidad de identificar con rapidez si un trastorno ácido-base es de origen metabólico, respiratorio o mixto es lo que le confiere su mayor utilidad clínica, pues permite iniciar oportunamente la corrección correspondiente y, con ello, mejorar el pronóstico del paciente (De la Torre & Ramírez-Ramírez, 2011; Del Riego & Flores, 2010).

El equilibrio ácido-base puede verse comprometido por una amplia variedad de condiciones tales como enfermedades sistémicas, procesos pulmonares, cardíacos, renales o infecciosos, o incluso cuando el organismo intenta compensarlas mediante los mecanismos renal y pulmonar. En términos clínicos, estas alteraciones se agrupan en cuatro categorías principales: acidosis metabólica, acidosis respiratoria, alcalosis metabólica y alcalosis respiratoria (Del Riego & Flores, 2010).

Un mismo paciente puede presentar un único trastorno ácido-base, lo que se conoce como desequilibrio simple, ya sea acidosis o alcalosis, o bien la combinación de más de uno denominada trastorno mixto. La distinción entre acidosis y alcalosis depende del valor de pH. Por debajo de 7,4 se define como acidosis, y por encima de esa cifra, como alcalosis. A cada trastorno primario corresponde además una respuesta compensatoria característica; así, una acidosis metabólica primaria suele acompañarse de una alcalosis respiratoria compensatoria (Del Riego & Flores, 2010).

2.1.Acidosis

Se entiende por acidosis al trastorno hidroelectrolítico capaz de derivar en acidemia, cuadro que se establece cuando el pH desciende por debajo de 7,4, y que según su origen puede clasificarse como metabólica o respiratoria (Clínica Universidad de Navarra, 2016)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a. Acidosis Metabólica

Se define por la reducción del bicarbonato sérico (HCO_3^-) junto con un incremento de las bases, lo que se traduce en un descenso del pH sanguíneo; como mecanismo compensatorio, el organismo responde disminuyendo el CO_2 mediante hiperventilación, signo clínico característico de este trastorno (Kharsa et al., 2025). Tanto el bicarbonato como el exceso de bases son parámetros de gran valor clínico, ya que su determinación orienta la conducta terapéutica en distintos escenarios. En particular, cuando existe una condición asociada a acidosis metabólica o una concentración total de CO_2 reducida, estos valores tienen incidencia directa sobre las decisiones de tratamiento (Del Riego & Flores, 2010).

A partir del HCO_3^- y el déficit de base es posible estimar la dosis de bicarbonato necesaria para restablecer el pH sanguíneo, en paralelo al abordaje de la causa que originó el desequilibrio. En caninos, el pH sanguíneo normal oscila entre 7,35 y 7,40, mientras que el HCO_3^- de referencia se sitúa entre 19 y 23 mEq/L; el exceso de bases, tanto en perros como en gatos, va de -5 a 0 mEq/L. Se consideran valores críticos, indicativos de acidosis severa con riesgo vital, un pH sanguíneo inferior a 7 y/o un bicarbonato por debajo de 8 mEq/L (Del Riego & Flores, 2010).

La acidosis metabólica puede originarse por vías fisiopatológicas diversas. Una de ellas es la pérdida excesiva de bicarbonato, ya sea a nivel gastrointestinal o renal; otra es la incorporación de ácidos que consumen las reservas del sistema buffer al neutralizar el bicarbonato disponible, mecanismo similar al que ocurre cuando el riñón falla en excretar adecuadamente los iones H^+. A estos se suma un cuarto mecanismo, de naturaleza dilucional: la expansión acelerada del líquido extracelular con soluciones libres de bicarbonato, lo que reduce su concentración relativa (Hidalgo Acosta et al., s. f.)

Dado que la presentación clínica de la acidosis metabólica varía según su causa subyacente, se reconocen distintas variantes: láctica, hiperfosfatémica, urémica, cetoacidótica y tóxica, entre otras. Un hallazgo que puede acompañar a algunos de estos cuadros es la taquipnea, como mecanismo respiratorio compensatorio (Del Riego & Flores, 2010).

Un cuadro particular dentro de este grupo es la acidosis metabólica hiperclorémica, caracterizada por un incremento neto del cloro plasmático que obliga a una disminución compensatoria del HCO_3^- para preservar la electroneutralidad sanguínea. Entre sus

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

principales causas se encuentran la enfermedad hepática severa, la insuficiencia cardíaca congestiva, la polidipsia psicogénica, el hipoadrenocorticismo, el uso de diuréticos, la diarrea de origen en intestino delgado, la administración agresiva de fluidoterapia con solución fisiológica y la insuficiencia renal (Del Riego & Flores, 2010).

b. Acidosis Respiratoria

También denominada hipercapnia primaria, se caracteriza por la presencia de una presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial (PCO_2) aumentada (Lovesio, 2006), bajada del pH en sangre y un incremento compensatorio de la concentración de bicarbonato (Del Riego & Flores, 2010). Este cambio en la PCO_2 indica que la excreción de dióxido de carbono es insuficiente como para eliminar la producción del mismo (Lovesio, 2006).

La medición de la PCO_2 resulta indicada en todo paciente que presente signos de falla respiratoria, evidenciados por cambios en la frecuencia o el patrón ventilatorio; o en quien se sospeche un incremento en la producción de CO_2 secundario a hipoventilación. Sus efectos varían según la magnitud del aumento. Las elevaciones moderadas pueden activar el sistema nervioso simpático, con el consecuente incremento del gasto cardíaco y riesgo de arritmias, además de una relación lineal con el aumento de la presión intracraneana; mientras que valores extremadamente elevados pueden derivar en desorientación y coma. Respecto a la respuesta compensatoria, esta difiere según la cronicidad del cuadro. En la acidosis respiratoria aguda, la compensación ocurre mediante el sistema buffer celular, que eleva el bicarbonato; en la forma crónica, en cambio, la compensación se sostiene sobre la reabsorción renal de este mismo ion (Lovesio, 2006)

En la mayoría de los casos, la acidosis respiratoria se origina por una eliminación deficiente de CO_2 a nivel pulmonar. Esta hipercapnia asociada a hipoventilación puede deberse a múltiples factores: obstrucción de la vía aérea, patología pulmonar primaria, depresión del centro respiratorio, alteraciones restrictivas extrapulmonares, enfermedad neuromuscular, un mecanismo ventilatorio ineficiente, obesidad marcada o un aumento en la producción de CO_2 por deterioro de la ventilación alveolar. Cabe destacar que, en general, la sintomatología observada responde más a la causa desencadenante de la hipercapnia que al desequilibrio ácido-base en sí; entre los signos frecuentes por compromiso del sistema nervioso central se cuentan la desorientación, somnolencia, inquietud y ansiedad (Del Riego & Flores, 2010).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.2.Alcalosis

La alcalosis, por su parte, se define como el trastorno hidroelectrolítico opuesto, siendo un incremento en la alcalinidad sanguínea que eleva el pH por encima de 7,40. Su mecanismo de base radica en la acumulación de bases o la pérdida de ácidos, sin que exista una pérdida proporcional de bases en los fluidos corporales (Lovesio, 2006).

a. Alcalosis Metabólica

Dentro de las alteraciones ácido-base, la alcalosis metabólica se distingue por tener un origen estrictamente no respiratorio ya que se produce cuando existe un déficit primario de hidrogeniones en el espacio extracelular, ya sea por una ganancia neta de bicarbonato o por una pérdida directa de hidrógeno. Como consecuencia de este déficit, se genera un ascenso tanto en la concentración extracelular de bicarbonato como en el pH sanguíneo (Lovesio, 2006).

Fisiopatológicamente, la alcalosis metabólica puede explicarse por dos vías: un incremento en la diferencia de iones fuertes (SID) o una reducción de los ácidos débiles no volátiles. En el primer grupo se ubican la alcalosis hipoclorémica, la cual es originada por la caída en la concentración de cloro; su variante cloruro-resistente, que no revierte con la administración de este ion; y la alcalosis por concentración, derivada del aumento relativo de sodio tras la pérdida de agua libre. En el segundo grupo, la principal causa es la alcalosis hipoalbuminémica (Del Riego & Flores, 2010).

Determinar el exceso de bases y el HCO_3^- cobra especial relevancia en pacientes críticos con riesgo de desarrollar alcalosis como animales con vómito persistente, nefropatías, hipoalbuminemia, o bajo tratamiento con diuréticos de asa o bicarbonato, escenarios todos vinculados a alcalosis metabólica o a un aumento en la concentración de CO_2. En estos casos, recurrir a la gasometría arterial permite diferenciar si dicho aumento de CO_2 corresponde a una alcalosis metabólica primaria o a un mecanismo compensatorio frente a una acidosis respiratoria, considerándose severo un pH superior a 7,6. Vale la pena tener presente, además, que ciertos fármacos como el bicarbonato de sodio, acetato de potasio (ya sea como citrato o gluconato) y diuréticos de asa como la furosemida pueden inducir por sí mismos este trastorno. Clínicamente, suele manifestarse con espasmos musculares y convulsiones asociados a la disminución del cloro circulante, cuadro que generalmente responde de forma favorable a la fluidoterapia con solución salina al 0,9% (Del Riego & Flores, 2010).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

b. Alcalosis Respiratoria

Corresponde a un descenso en la PCO_2, con aumento del pH y una disminución compensatoria del HCO_3- sanguíneo. Valores peligrosos en alcalosis respiratoria corresponden a un pH arterial de 7.6 y PCO2 menor a 25 mmHg; esto debido a que pueden producir vasoconstricción arteriolar, con disminución del flujo cerebral y miocárdico|. |Otras causas de alcalosis respiratoria son anemia severa, tromboembolismo pulmonar, edema pulmonar, sepsis, golpe de calor, ejercicio, hiperadrenocorticismo, recuperación de la acidosis metabólica y situaciones que causan dolor, miedo o ansiedad. La taquipnea puede ser el único signo clínico, especialmente en un paciente que ha sufrido hipocapnia crónica (Del Riego & Flores, 2010).

2.3. Toma de muestra sanguínea

Entre los estudios disponibles para evaluar el estado respiratorio, la gasometría destaca por la rapidez y eficacia con que permite conocer tanto la función pulmonar primaria como los posibles trastornos del equilibrio ácido-base (Rodríguez-Roisín, 1998).

Para obtener estos valores, la punción arterial constituye la técnica de mayor precisión, ya que posibilita cuantificar directamente PO2, PCO2 y pH sanguíneos, parámetros esenciales para definir tanto el estado ácido-base como la eficiencia del intercambio gaseoso, particularmente relevante ante cuadros respiratorios agudos o severos. En consecuencia, su indicación como herramienta diagnóstica se extiende a cualquier condición capaz de alterar el equilibrio ácido-base del paciente (De la Torre et al., 2011).

a. Interpretación de los valores de la gasometría arterial

La lectura de un resultado gasométrico puede abordarse siguiendo un orden lógico de análisis:

- Determinar, en primer lugar, si el pH se ubica en rango ácido o alcalino.
- Revisar el valor de saturación arterial de oxígeno.
- En caso de detectarse una alteración, establecer si su origen es metabólico, respiratorio o mixto, considerando que:
    - En los trastornos metabólicos, el cambio principal ocurre en el HCO_3^-, pudiendo existir compensación mediante variación de la PCO2.
    - En los trastornos respiratorios, la alteración primaria se localiza en la PCO_2, con posible compensación a través del HCO_3^-

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- En los trastornos mixtos, ambos parámetros HCO_3^- y PCO_2, se encuentran alterados simultáneamente

El pH sanguíneo <7,0 o> 7,7 pueden causar la muerte. Normalmente, los valores por debajo de 7,32 indican acidosis intracelular que refleja la liberación inadecuada de oxígeno (Leach & Treacher, 1998). Schwenke y Cragg (2004), indican que el valor de pH no se ve afectada por la administ ración de xilacina-ketamina (5-20 mg/kg). El lactato se metaboliza en el hígado y el riñón a través de rutas oxidantes y no oxidantes, principalmente glucogenólisis (Deshpande & Ward Platt, 1997).

4. Anestesia

La elección de un protocolo anestésico adecuado que tendrá un efecto mínimo sobre el diseño experimental puede ser difícil. Los cuyes tienen respuestas muy variables a distintos anestésicos inyectables, incluyendo Ketamina-Xilacina (KX). Debido a esta variabilidad, a menudo se requieren dosis suplementarias para obtener un plano adecuado de anestesia.

En muchos estudios con animales, las evaluaciones de funcionalidad de proteínas, células u órganos se recogen después de aplicada la anestesia. Sin embargo, el uso de ésta siempre plantea la posibilidad de alteración del comportamiento del sistema u órganos en investigación. La elección de un protocolo que proporcione una anestesia adecuada, con influencia mínima en las mediciones de los resultados, es un área de interés en curso. Entre los modelos animales de laboratorio utilizados en la investigación biomédica, los cuyes (*Cavia porcellus*) se sabe que tienen respuestas muy variables a los agentes anestésicos, en particular aquellos inyectados tanto por vía intraperitoneal y por vía intramuscular.

Debido a la variabilidad de respuesta de estos animales a la anestesia y la dificultad del suministro intravenoso, muchos investigadores prefieren los anestésicos inhalados halogenados (como isoflurano, halotano, desflurano, enflurano y sevoflurano) para anestesia en cuyes. Aunque el uso de anestésicos volátiles es apropiado en muchas disciplinas de investigación, estos agentes están contraindicados para estudios de lesión por isquemia-reperfusión debido a efectos de confusión de los mismos anestésicos. Por ejemplo, estudios previos han demostrado que la administración de anestésicos volátiles

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

confiere protección contra la lesión por isquemia-reperfusión en los tejidos, incluyendo el corazón, cerebro, riñón, pulmón e hígado (Sloan *et al.,* 2011)

Uno de los anestésicos inyectables más comúnmente utilizado para los procedimientos quirúrgicos es la combinación de KX (KX). La dosis recomendada para KX en cuyes varía considerablemente (de 30 a 120 mg/kg de ketamina y 0,2 a 13 mg/kg de xilacina) (Sloan *et al.,* 2011). Esta amplitud de dosis probablemente refleja la dificultad de usar KX para anestesiarlos en caso se realice cirugía, que a menudo requieren inyecciones suplementarias para alcanzar la profundidad anestésica adecuada.

De manera general, los requerimientos mínimos para llevar a cabo el manejo anestésico son (McGill University, 2014):

- Instalaciones y equipos especiales (por ejemplo, anestésicos volátiles)
- Los cuyes no se ayunan rutinariamente antes de la anestesia debido a su incapacidad para vomitar
- Mantener a los animales calientes cubriéndolos (por ejemplo, gasa o toalla) y / o proporcione una fuente de calor hasta que el animal se haya recuperado de la anestesia
- Nunca dejarlo desatendido.

4.1.Ketamina

Es un agente anestésico disociativo, con un lugar único en la práctica anestésica (Alvarez-Ríos et al., 2004). Es un fármaco no competitivo, de acción central, que proporciona amnesia, analgesia, e inmovilidad. Se utiliza típicamente como un anestésico de complemento, debido a su capacidad limitada para proporcionar relajación músculo esquelética adecuada (Wellington *et al.*, 2013).

Empleada por vía intramuscular a razón de 44 mg/kg, la ketamina logra un nivel de anestesia apropiado para intervenciones quirúrgicas menores, con un efecto que se extiende entre 15 y 25 minutos y una recuperación posterior de 30 a 45 minutos. Dado que este fármaco no inhibe la salivación por sí mismo, su uso debe complementarse con atropina. Además, el rango de dosificación es amplio, siendo desde 22 mg/kg con fines sedantes hasta 250 mg/kg cuando se busca un efecto anestésico. Sin embargo, la respuesta a este anestésico no es uniforme entre especies. En cuyes su eficacia es notablemente

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

menor que la reportada en primates, felinos u otros animales de laboratorio, ya que incluso con dosis elevadas (200-250 mg/kg) la analgesia lograda resulta insuficiente. Por esta razón, no se recomienda su empleo como agente único en cirugías mayores, como las de tipo ortopédico, que cursan con un componente doloroso significativo (Centro de Investigación. Hospital General Universitario de Valencia., 1990)

La ketamina es el anestésico inyectable más comúnmente usado en una variedad de especies. En la mayoría de los casos, se usa en combinación con otros agentes inyectables tales como alfa$_2$ agonistas o benzodiacepinas para reducir o eliminar muchos de los efectos secundarios menos deseables si se usan solos. En los roedores, la ketamina combinada con Xilacina o Xilacina más Acepromazina son los anestésicos preferidos cuando no se puede usar anestesia con gas (Centro de Investigación. Hospital General Universitario de Valencia., 1990).

4.2. Tranquilizantes alfa2 agonistas

Se usan por sus propiedades sedantes y analgésicas en una variedad de especies. Utilizado como único agente, no producen un nivel adecuado de anestesia incluso para procedimientos quirúrgicos menores. Sin embargo, en combinación con Ketamina, los alfa$_2$ agonistas se vuelven mucho más útiles y eficaces como anestésicos para procedimientos quirúrgicos. Producen analgesia de corta duración y los efectos se pueden invertir con una inyección de alfa$_2$ antagonistas tal como Atipamezol y Yohimbina. Algunas de sus desventajas, son la presencia de depresión cardiovascular (disminución de la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco, y la hipotensión/hipertensión), hiperglucemia transitoria después de la administración que puede tener importancia investigativa (Calasans-Maia et al., 2005)

La activación del adrenoceptor alfa$_2$ se ha asociado con varios efectos fisiológicos y farmacológicos importantes, como la sedación (Drew *et al.,* 1979), la analgesia, la disminución del flujo simpático y el efecto anestésico-ahorrador (Jaakola, 1991; Eisenach, 1996). Los adrenoceptores alfa$_2$ se localizan tanto en los órganos periféricos como en el sistema nervioso central (SNC). El uso de agonistas de adrenoceptores alfa$_2$ en la anestesia aumentó con la elucidación de sus acciones en el SNC (Calasans-Maia et al., 2005)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

a. Xilacina

Químicamente derivada del grupo tiacínico, la xilacina posee propiedades analgésicas, sedantes y relajantes musculares, y tiene el mérito de haber sido el primer agonista alfa-2 empleado en medicina veterinaria con estos fines. Su origen, sin embargo, no estuvo ligado inicialmente a la clínica animal: fue desarrollada en Alemania en 1962 como potencial antihipertensivo para uso humano, y fue solo a partir de observaciones posteriores que se identificó su marcado efecto sedante en animales (Mellado et al., 2005).

Combinada con ketamina, resulta particularmente eficaz para revertir la hipertonicidad muscular que este último fármaco puede generar. Administrada por vía endovenosa en especies como rumiantes y équidos, también se destaca por inducir sedación, analgesia y relajación muscular de manera rápida, aunque con la particularidad de que la dosis requerida para alcanzar un grado equivalente de estos efectos varía considerablemente según la especie. Cabe señalar que el mecanismo de acción de la xilacina, su vínculo con la estimulación central de los receptores adrenérgicos α-2, no se estableció con claridad sino hasta 1981 (Mellado et al., 2005).

A nivel cardiovascular, se le atribuye como efecto adverso una reducción de la frecuencia cardíaca (Schwenke & Cragg, 2004); no obstante, en cuyes sanos, la combinación de xilacina con otros fármacos anestésicos produce más bien un descenso moderado de este parámetro (Hart *et al*., 1984; Jacobson, 2001).

Su uso exige cautela en pacientes que cursen con compromiso cardíaco, hipovolemia, disfunción respiratoria, insuficiencia renal o hepática, trastornos convulsivos, o en animales debilitados. La administración en hembras gestantes, por su parte, es un punto controvertido, dado que los agonistas alfa-2, como grupo, pueden favorecer la motilidad uterina Otro efecto a considerar es su interferencia con los mecanismos de termorregulación, lo que puede traducirse en hipotermia o hipertermia dependiendo de la temperatura ambiental a la que esté expuesto el paciente. Vale destacar además que incrementar la dosis no se traduce necesariamente en mayor sedación, sino más bien en una prolongación del efecto, cuya duración habitual ronda los 20 a 30 minuto (Belda, 2005).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

b. Dexmedetomidina

Es un alfa$_2$ agonista similar a la Medetomidina, pero carece del enantiómero farmacológicamente inactivo Levomedetomidina, haciendo que la Dexmedetomidina sea dos veces más potente en eficacia anestésica que la Medetomidina y 40 veces más potente que la Xilacina. Se han realizado extensos estudios para evaluar el uso de Dexmedetomidina en humanos, gatos y perros.

Se utiliza en varios países como sedante a corto plazo, pero recientemente Shahbaz *et al.,* en el 2004 informaron que reducía el dolor postoperatorio después de una cirugía mayor. No hay datos sobre la asociación de Dexmedetomidina y anestesia local durante la anestesia espinal.

La dexmedetomidina encuentra aplicación tanto en sedación como en premedicación anestésica (Granholm *et al.,* 2007), mostrando una eficacia y un perfil de seguridad comparables a los de la medetomidina en especies como el perro, el gato y el caballo (Gomez-Villamandos *et al.,* 2006). Su uso, sin embargo, ha trascendido estos fines iniciales: en la actualidad se emplea también como fármaco intraoperatorio mediante infusión continua, tanto en medicina veterinaria como humana, además de mantenerse su papel como sedante o como componente de esquemas combinados de preanestesia (Guan-Yu Lin *et al.,* 2008).

Se trata, además, del agonista α-adrenérgico de aprobación más reciente para uso clínico en perros y gatos (Granholm *et al.,* 2007), caracterizado por una elevada especificidad y selectividad hacia los receptores α2 frente a los α1 (Kästner *et al.,* 2001; Shehabi *et al.,* 2004; Abdalla *et al.,* 2006; Gomez-Villamandos *et al.,* 2006; Granholm *et al.,* 2007), selectividad que supera incluso a la de otros fármacos del mismo grupo, como la clonidina, la detomidina o la xilacina (Virtanen *et al.,* 1988; Aantaa *et al.,* 1993). Esta mayor afinidad por los receptores α se traduce clínicamente en una potencia sedante y analgésica superior, acompañada paradójicamente de una menor depresión cardiovascular (Kuusela, 2004), lo que en conjunto posiciona a la dexmedetomidina como el agonista α2 comercial de mayor potencia disponible en la actualidad (Uilenreef *et al.,* 2008).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.3.Asociaciones de Ketamina + Alfa2-agonistas

Mientras que la Xilacina se clasifica como alfa$_2$ agonista adrenoceptor, relajante y sedante, que causa analgesia superficial y visceral (Hart *et al.,* 1984; Buchanan et al., 1998), la mayoría de los estudios indican que la administración combinada de este fármaco con Ketamina no tiene efectos negativos significativos en los parámetros de gases en sangre y la temperatura corporal de cuyes (Brown *et al.,* 1989; Jacobson, 2001). Esta es la razón por la que su combinación se utiliza ampliamente (Jacobson, 2001; Schwenke & Cragg, 2004; Sánchez-Aparicio *et al.,* 2008). Dicha mezcla es considerada como el agente de elección para la anestesia inyectable en roedores. La popularidad de Ketamina-Xilacina (KX) se debe principalmente a sus efectos suplementarios (es decir, propiedades analgésicas, relajación muscular y sedación). Aunque proporciona una anestesia relativamente segura, esta combinación ha demostrado la variabilidad en el suministro de un plano quirúrgico de anestesia en los roedores con una tasa de fracaso de 20% a 40%. Además, el uso de la combinación de KX en roedores tiene limitaciones, incluyendo un tiempo de inducción prolongado y tolerancia local mediocre cuando se administra por vía intramuscular. A la luz de estas limitaciones y la pequeña masa de músculo de roedores, se prefiere la administración de dichos anestésicos por vía intraperitoneal en estas especies, añadido a esto, en roedores proporciona una rápida absorción, a una tasa de 25% a 50% de la de la administración. También hemos observado que KX es seguro y se puede administrar a los cuyes, debido al hecho de que el sistema cardiovascular se conserva satisfactoriamente (Brown *et al*., 1989).

Si después de la primera inyección anestésica el animal no alcanza el nivel deseado, generalmente se recomienda una redosificación con 25-30% de la dosis inicial de Ketamina y Xilacina. Cuando se redosifica una combinación anestésica inyectable de Ketamina y alfa$_2$ agonistas, se recomienda que esta redosificación sea de Ketamina, ya que la duración de la acción del alfa$_2$ agonista es mucho más larga que la duración del efecto del primer fármaco mencionado.

Generalmente, la anestesia realizada con KX causa depresión metabólica y respiratoria en cuyes de la raza Duncan-Hartley y pigmentados (Schwenke & Cragg, 2004). De Brown *et al*., (1989) observaron que los valores de PCO_2 tienden a elevarse significativamente después de la inducción con esta combinación de anestesia. También señalan que el gas en sangre sólo puede verse afectado o alterado si la magnitud de la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

depresión respiratoria es grave como se refleja por una reducción en PO_2 acompañado de un aumento de la PCO_2. Del mismo modo, Jacobson (2001) observó una disminución prolongada en la frecuencia respiratoria, la disminución de oxígeno en la sangre y el aumento de CO_2. Es importante mencionar que la concentración de PCO_2 refleja el equilibrio entre la producción metabólica de CO_2 y la excreción de ventilación (Brouillette y Waxman, 1997).

En relación a la combinación de Ketamina y Dexmedetomidina, sabemos que, en medicina veterinaria, las ventajas se debieron a una mezcla de rápida y suave inducción y mantenimiento de la anestesia. Además, la Dexmedetomidina proporciona excelente relajación muscular y analgesia para procedimientos quirúrgicos. Otro de los beneficios, es el uso de Atipamezol, el cual es un antagonista de los adrenorreceptores alfa2 que proporciona una inversión rápida de los efectos anestésicos y conduce a una recuperación rápida. La interrupción de la producción de Medetomidina para uso veterinario en los Estados Unidos ha llevado a la investigación de la Dexmedetomidina, un enantiómero dextrorotario de Medetomidina, como un sustituto en los protocolos de anestesia de roedores. Actualmente, existe escasez de información que describa los efectos de la sustitución de Medetomidina por Dexmedetomidina en protocolos de anestesia para roedores.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

III. OBJETIVOS/ HIPÓTESIS

1. Objetivo

Determinar mediante hemogasometría la presencia de variación metabólica significativa en cuyes *Cavia porcellus* sometidos a anestesia con Ketamina y Xilacina (KX) vs. Ketamina y Dexmedetomidina (KD).

2. Hipótesis

2.1. Hipótesis general (H1):

Existe variación metabólica significativa en los valores hemogasométricos (pH, PO_2, PCO_2, electrolitos, hematocrito, hemoglobina total y parámetros calculados) de cuyes (Cavia porcellus) sometidos a anestesia con Ketamina-Xilacina (KX), en comparación con aquellos anestesiados con Ketamina-Dexmedetomidina (KD).

2.2.Hipótesis nula (H0):

No existe variación metabólica significativa en los valores hemogasométricos de cuyes anestesiados con Ketamina-Xilacina (KX) en comparación con los anestesiados con Ketamina-Dexmedetomidina (KD).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

IV. METODOLOGÍA

1. Localización

El estudio fue realizado en cuyes provenientes de la Unidad Zootécnica de la Universidad Científica del Sur, ubicada en Antigua Panamericana Sur Km. 19. Además, se utilizó la sala de cirugía de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas de dicha universidad, como parte del estudio, para la evaluación y la experimentación. Así como el Laboratorio de Patología clínica de la misma Facultad, para el procesamiento de las muestras.

2. Población y muestra

La población de estudio estaba constituida por 41 cuyes procedentes de la Unidad Zootécnica de la Universidad Científica del Sur. Únicamente en aquellos con un peso mayor a 500 gr, mayores a 1 mes de edad y clínicamente sanos. Antes de esto, presentan menor capacidad de resistencia al estrés, un corazón más pequeño y mayor susceptibilidad a los efectos anestésicos. Estos factores pueden alterar el análisis, dificultar la toma de muestra, o incluso generar complicaciones en los animales; por ello es importante la selección de animales teniendo en cuenta el peso y la edad como criterios de inclusión.

El tamaño de muestra se obtuvo a partir de la fórmula de comparación de dos medias; donde el nivel de significación fue de 1.96, el valor de la diferencia entre medias fue de 0.1 y el valor previsto de las desviaciones estándar de las dos poblaciones fue de 0.1.

El resultado fue un tamaño de muestra de 16 cuyes para cada grupo; así pues, se utilizaron 22 cuyes para el grupo “A” (Ketamina-Xilacina) y 19 cuyes para el grupo “B” (Ketamina-Dexmedetomidina).

3. Diseño experimental

Este estudio es experimental con alcance explicativo, ya que trata de establecer una relación causa efecto entre las variables al utilizarse dos tipos diferentes de anestesia y sus efectos en la variación metabólica de cuyes. Se llevó a cabo durante los meses de Noviembre y Diciembre del 2016. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba T Student de Independencia para las variables que presentan distribución normal y para aquellas que no poseen distribución normal, se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

para dos muestras. Ambas con el fin de determinar si la diferencia observada entre las medias de los dos protocolos es significativa.

4. Procesamiento de la muestra

Las muestras para realizar la medición de gases en sangre fueron tomadas en 41 cuyes, clínicamente sanos y con un peso mayor a 500 gr, ya que presentan mayor capacidad de resistencia al estrés, un corazón más grande y menos susceptibilidad a los efectos anestésicos. Es muy importante tener en cuenta estos factores como criterios de inclusión para no alterar el análisis, dificultar la toma de muestra o generar complicaciones en los animales.

4.1.Sedación de los animales

Se procedió a la selección de animales y se colocaron en pozas a aquellos que fueron incluidos como parte del muestreo. Se aislaron en parejas y mediante el uso de balanzas, se registró el peso de cada uno. Posteriormente, se realizó la sedación de cada animal y se monitorearon las constantes fisiológicas en intervalos de 10 minutos para identificar cualquier tipo de cambio en los valores. Cuando se encontraron en un plano anestésico seguro, se llevó a cabo la toma de muestra.

4.2.Toma de muestra

Tomando las medidas de inocuidad necesarias y luego de la colocación de guantes, se auscultó y palpó el corazón. Una vez localizado, se utilizó una jeringa de tuberculina, previamente heparinizada, y se introdujo la aguja directamente a este órgano para luego aspirar y conseguir la muestra de sangre, obteniéndose una mezcla de sangre oxigenada y desoxigenada. Inmediatamente, las muestras eran procesadas en el hemogasómetro. Una vez obtenidos los resultados, se procedió a colocar el antídoto en los animales para su rápida recuperación. Finalmente, se registró los resultados de cada muestra en una hoja Excel, indicando los valores obtenidos de cada variable en estudio (pH, presión parcial arterial de dióxido de carbono, presión parcial arterial de oxígeno, sodio, potasio, calcio, cloro, hemoglobina total, Ch^{+}, HCO_3^{-}act, HCO_3^{-}std, exceso de base en el fluido extracelular BE (ecf), exceso de base en sangre BE (B), base amortiguadora BB, $ctCO_2$, saturación de oxígeno, Ca^{++} (7.4) y Anión Gap).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

V. RESULTADOS

Los resultados de la estadística experimental con alcance explicativo de gases en sangre, electrolitos, sustratos, hematocrito y parámetros calculados en la sangre total de cuyes sometidos a anestesia con KX y KD se muestran en las Tablas 1, 2 y 3, respectivamente; con la intención de caracterizar los rangos de valores de referencia bajo la influencia de la anestesia (0.4 mg/kg de Xilacina, 25 mg/kg de Ketamina y 0.04 mg/kg de Dexmedetomidina) en cuyes.

1. Ketamina-Xilacina

En la tabla 1, se observó poca variación en el parámetro de pH para cuyes bajo el protocolo de KX. El valor determinado en este estudio es de 7,367 con un intervalo de confianza al 95% de 7,34 a 7,39 y presentando un coeficiente de variación de 0,01.

Respecto a la presión parcial de O2, se logró evidenciar un coeficiente de variación de 0,39; un promedio de 47,732 y un rango de datos reportado que fluctuó entre 39,99-55,48 mmHg. Para la variable de presión parcial de CO_2, se obtuvo un coeficiente de variación igual a 0,24. Siendo el promedio 41,091, el valor mínimo encontrado 36,97 mmHg y el mayor 45,22 mmHg. (Tabla 1)

Con respecto a los parámetros electrolíticos y empezando por el Na^+, se obtuvo un coeficiente de variación de registro del 0,03 mmol/L; mientras que se observó que el valor promedio fue de 137,682 mmol/L. Cabe mencionar que la dispersión de datos en la población expresada como mínimo y máximo para el sodio fue de 136,11-139,25 mmol/L, respectivamente. Con respecto al parámetro K^+ se observó una variación del coeficiente del 0,13 mmol/L, el promedio fue de 3,296 mmol/L. En relación con el Ca^{++}, se evidenció un coeficiente de variación de 0,23 y una media de 0,998 mmol/L. Siendo el valor mínimo 0,90 mmol/L y el valor máximo 1,09 mmol/L. Se calculó una variación de coeficiente para la variable de hematocrito a 0,16. Una media de 32,77% con un valor mínimo y máximo de 30,66-34,88% respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Ketamina-Dexmedetomidina

En la tabla 2, se observó una variación similar a la tabla 1 con el parámetro de pH para cuyes bajo el protocolo de KD. El valor determinado en este estudio es de 7,361 con un intervalo de confianza al 95% de 7,34 a 7,38 y presentando un coeficiente de variación de 0,01.

Respecto a la presión parcial de O_2, se logró evidenciar un coeficiente de variación de 0,27 y un rango de datos reportado que fluctuó entre 34,29-43,90 mmHg. Para la variable de PCO_2, se obtuvo un bajo coeficiente de variación igual a 0,35. Un promedio de 42,01 mmHg con un intervalo de confianza al 95% de 35,39 a 48,63 mmHg.

En cuanto a los electrolitos, se obtuvo una variación del coeficiente de 0,02 para el parámetro Na^+, el valor registrado como promedio fue de 139,211 mmol/L y los valores mínimo y máximo fueron 138,21-140,21 mmol/L, respectivamente. Para K^+, se registró una variación del coeficiente de 0,17 y el valor obtenido con la frecuencia más alta fue de 3,74 mmol/L. Con respecto al Ca^{++}, se observó un coeficiente de variación de 0,24. Los valores mínimo y máximo registrados en la distribución de datos fueron 0,81-1,01 mmol / L, respectivamente. Se calculó una variación de coeficiente para la variable de hematocrito a 0,10. Una media de 32,74% con un valor mínimo y máximo de 31,28-34,20% respectivamente.

2.1. Ketamina-Xilacina vs Ketamina-Dexmedetomidina

La comparación entre las variables clínicas y de laboratorio revela que PO_2, PCO_2 y algunos rangos como sO_2 mostraron la variación más importante en los cuyes bajo anestesia (KX vs KD). El valor de PO_2 fue 8,637 mmHg mayor en los cuyes anestesiados con KX, en comparación con los cuyes anestesiados con KD. Con respecto al PCO_2, fue la variable que presentó el coeficiente de variación más elevado para cuyes bajo el segundo protocolo en mención; sin embargo, no fue significativo. Los valores de sO_2 para aquellos bajo KX resultaron 5,429% mayor que para los anestesiados bajo KD. Finalmente, se identificó un valor de 2,73 mmol/L para la variable BE (ecf) con el primer protocolo que resultó ligeramente más elevada que con el segundo protocolo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 1.

Gases sanguíneos, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en sangre total cuyes bajo anestesia con Ketamina (25 mg/kg) y Xilacina (0.4 mg/kg).

Parámetros	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación	I.C. 95%	
				Mínimo	Máximo
pH	7,367	0,0559	0,01	7,34	7,39
PO2 (mmHg)	47,732	18,5343	0,39	39,99	55,48
PCO2 (mmHg)	41,09	9,8714	0,24	36,97	45,22
Na+ (mmol/L)	137,681	3,7593	0,03	136,11	139,25
K+ (mmol/L)	3,295	0,4424	0,13	3,11	3,48
Ca++ (mmol/L)	0,998	0,23	0,23	0,9	1,09
Cl- (mmol/L)	104,636	9,1732	0,09	100,8	108,47
Hct (%)	32,773	5,0515	0,16	30,66	34,88
tHb (g/dL)	11,35	1,4504	0,13	10,74	11,96
Ch^+ (mmol/L)	43,332	5,2948	0,12	41,12	45,54
HCO3- act (mmol/L)	26,455	4,9977	0,19	24,37	28,54
HCO3- std (mmol/L)	24,664	4,2135	0,17	22,9	26,42
BE(ecf) (mmol/L)	1,1182	5,5534	4,97	-1,2	3,44
BE(B) (mmol/L)	0,7045	4,9001	6,95	-1,34	2,75
BB(B) (mmol/L)	47,1773	4,7335	0,1	45,2	49,16
ctCO2 (mmol/L)	28,0454545	5,2506	0,19	25,85	30,24
sO2(est) (%)	67,9545455	17,737443	0,26	60,54	75,37
Ca++(7.4) (mmol/L)	0,94909091	0,23690281	0,25	0,85	1,05
AnGap (mmol/L)	9,86363636	4,74387279	0,48	7,88	11,85

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 2.

Gases sanguíneos, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en sangre total cuyes bajo anestesia con Ketamina (25 mg/kg) y Dexmedetomidina (0.04 mg/kg)

Parámetros	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación	I.C. 95%	
				Mínimo	Máximo
pH	7,361	0,0473	0,01	7,34	7,38
PO2 (mmHg)	39,095	10,6875	0,27	34,29	43,9
PCO2 (mmHg)	42,011	14,7167	0,35	35,39	48,63
Na+ (mmol/L)	139,211	2,2256	0,02	138,21	140,21
K+ (mmol/L)	3,479	0,5874	0,17	3,21	3,74
Ca++ (mmol/L)	0,908	0,2157	0,24	0,81	1,01
Cl- (mmol/L)	109,789	7,5614	0,07	106,39	113,19
Hct (%)	32,737	3,2462	0,1	31,28	34,2
tHb (g/dL)	11,121	1,1048	0,1	10,62	11,62
Ch$^+$ (mmol/L)	43,768	4,859	0,11	41,58	45,95
HCO3- act (mmol/L)	23,805	4,8376	0,2	21,63	25,98
HCO3- std (mmol/L)	22,616	4,0093	0,18	20,81	24,42
BE(ecf) (mmol/L)	-1,616	5,2566	-3,25	-3,98	0,75
BE(B) (mmol/L)	-1,595	4,6481	-2,91	-3,68	0,5
BB(B) (mmol/L)	44,774	4,546	0,1	42,73	46,82
ctCO2 (mmol/L)	25,158	5,1128	0,2	22,86	27,46
sO2(est) (%)	62,526	19,934	0,32	53,56	71,49
Ca++(7.4) (mmol/L)	0,893	0,2092	0,23	0,8	0,99
AnGap (mmol/L)	9,263	6,9109	0,75	6,1	12,37

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 3.

Efecto de la anestesia sobre los gases en sangre, electrolitos, sustratos, valores de hematocrito y parámetros calculados en la sangre total de cuyes bajo los protocolos de KX (25mg/kg – 0.4mg/kg; respectivamente) y ketamina-dexmedetomidina (25mg/kg – 0.4mg/kg; respectivamente) y ketamina-dexmedetomidina (25mg/kg – 0.04mg/kg; respectivamente)

Parámetros	**Ketamina + Xilacina**	**Ketamina + Dexmedetomidina**	**Valor de "p"**
pH	7,367±0,02	7,361±0,02	0,7438
PO_2 (mmHg)	47,732±7,7	39,095±4,8	0,166
PCO_2 (mmHg)	41,090±4,1	42,011±6,6	0,528
Na^+ (mmol/L)	137,681±1,6	139,211±1	0,166
K^+(mmol/L)	3,295±0,19	3,479±0,26	0,566
Ca^{++}(mmol/L)	0,998±0,1	0,908+/-0,1	0,2096
Cl^- (mmol/L)	104,636±3,8	109,789±3,4	0,0592
Hct (%)	32,773±2,11	32,737±1,5	0,991
tHb (g/dL)	11,35±0,6	11,121±0,5	0,5778
Ch^+ (mmol/L)	43,332±2,2	43,768±2,2	0,7860
HCO_3^- act (mmol/L)	26,455±2,09	23,805±2,18	0,0938
HCO_3^- std (mmol/L)	24,664±1,8	22,616±1,8	0,1206
BE(ecf)	1,1182±2,3	-1,616±2,4	0,1152
BE(B)	0,7045±2,04	-1,595±2,09	0,1331
BB(B)	47,177±1,98	44,774±2	0,1067
$ctCO_2$ (mmol/L)	28,045±2,2	25,158±2,3	0,0833
sO_2(est) (%)	67,955±7,42	62,526±9	0,528
Ca^{++}(7.4)	0,949±0,1	0,893±0,1	0,4269
AnGap	9,864±2	9,263±3,1	0,7446

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

V. DISCUSIÓN

El presente estudio determinó que no existieron diferencias significativas entre los valores analizados de hemogasometría entre los cuyes anestesiados con ambos protocolos anestésicos. No se encontró diferencia estadística significativa ($p>0,05$) al comparar las variables (pH, presión parcial arterial de dióxido de carbono, presión parcial arterial de oxígeno, sodio, potasio, calcio, cloro, hemoglobina total, Ch^{+}, HCO_3^-act, HCO_3^-std, BE(ecf), BE(B), BB(B), $ctCO_2$, saturación de oxígeno, Ca^{++} (7.4), Anión Gap.

Con respecto al pH sanguíneo, al compararlos observamos poca variabilidad en ambos protocolos utilizados, razón por lo cual el rango de esta variable puede considerarse confiable para futuras investigaciones.

Estos resultados coinciden con los descritos previamente para roedores no anestesiados, valores de pH promedio entre 7,416 y 7,476 (Bar-Ilan y Marder, 1980). De igual manera, resultan ser similares a aquellos que se informaron para los cuyes Duncan-Hartley (pH 7,43±0,02) bajo la combinación de anestesia KX (25mg/kg-0,15 mg/kg, respectivamente) (Hart *et al.,* 1984) y a los obtenidos por (Sanchez *et al.,* 2009) para cuyes pelo corto inglés (pH 7.28-7.55) y cuyes Duncan-Hartley (pH 7,38-7,53). Los resultados también coinciden con los valores informados (pH 7,29-7,43) para Duncan Hartley bajo anestesia de KX (20-5 mg/kg, respectivamente) (Jacobson, 2001) y los valores normales notificados (pH 7,414±0,052) para los cuyes pigmentados bajo la misma combinación de anestesia (Lall & S.A. Buckner, 1976).

Schwenke y Cragg (2004), indican que el valor del pH no se ve afectado por la administración de KX (20-5 mg/kg). El lactato es metabolizado por el hígado y el riñón a través de rutas oxidantes y no oxidantes, principalmente glicogenólisis (Deshpande & Ward Platt, 1997).

Los valores obtenidos, indican que estos animales presentan la capacidad de mantener el equilibrio ácido - base. El pH sanguíneo <7,0 o > 7,7 puede causar la muerte. Normalmente, los valores inferiores a 7,32 indican una acidosis intracelular que refleja una liberación inadecuada de oxígeno (Leach & Treacher, 1998).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En relación con lo obtenido para PO_2 con la combinación de KX y KD, se observó que hay mayor estabilidad con el último protocolo en mención al encontrar menos variación; sin embargo, no lo hace significativo.

Según Schwenke y Cragg (2004), el valor de PO_2 para cuyes sin anestesia es 98±2 mmHg. Estos investigadores mencionan que el uso combinado de KX disminuye la PO_2 en un 17% debido a la disminución de la frecuencia respiratoria. Se sabe que la hiperventilación alveolar se refleja por la caída de PO_2 acompañada de un aumento de PCO_2 (Treacher y Leach, 1998).

El presente estudio presenta similitud con aquellos valores reportados por Sanchez *et al.,* 2009 en los cuyes Duncan-Hartley anestesiados con KX (25-52 mmHg). De igual manera, Jacobson (2001) reportó valores similares (34,5-75,93 mmHg) para cuyes de la misma raza, anestesiados con el mismo protocolo y a los valores encontrados en los hámsters en reposo (71,8 mmHg) (O'Brien *et al.,* 1979). Sin embargo, Sanchez *et al.,* (2009) también evaluaron cuyes pelo corto inglés, los cuales presentaron un rango de 18-70 mmHg; distintos a los obtenidos en este estudio. De igual manera, Scwenke & Cragg (1994) también informaron sobre los efectos de KX, los cuales mencionan que los valores de PO_2 en cuyes Duncan-Hartley anestesiados, fueron 79 ± 2 mmHg.

Nuestros valores de PO_2 obtenidos en aquellos cuyes inducidos con KX y KD son, en su mayoría, inferiores a los obtenidos por (Bar-Ilan & Marder, 1980) en aquellos sin anestesia (91,9±7,3 mmHg).

Dentro de los valores más altos reportados, Hart *et al.,* (1984) indican que 81±13 mmHg se podría considerar como un valor normal en cuyes anestesiados con KX. De la misma forma, Brown *et al.,* (1989), presentó en su estudio los valores más altos en cuyes bajo la misma combinación anestésica (80,0 ± 8,9 mmHg).

La anestesia es uno de los factores que reducen la respiración, lo que disminuye el suministro de oxígeno a los órganos y tejidos (Brown *et al*., 1989). La Xilacina puede inducir alteraciones cardiovasculares, incluyendo bloqueo auriculoventricular y disminución de la demanda de O_2 por el miocardio (Sumano y Ocampo, 2006). Por otro lado, la ketamina induce estimulación cardiovascular y aumenta el consumo de oxígeno, pero en algunos casos causa depresión respiratoria leve (Prys-Roberts & Hug, 1986;

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Trevor & White, 2005). Y finalmente, la dexmedetomidina provoca menor depresión cardiovascular (Kuusela, 2004).

Los resultados muestran que se obtuvo valores similares entre sí para PCO_2 con KX y KD, al igual que la mezcla de KX para cuyes pelo corto inglés: 28-42 mmHg vs. Duncan-Hartley 33-44 mmHg, ambos informados por Sánchez, *et al.,* 2009. Bar-Ilan y Marder (1980) también presentaron valores similares a los del presente estudio para PCO_2 (91,9±7,3) en cuyes sin anestesia.

Brown *et al.,* (1989) observaron que los valores de PCO_2 tienden a elevarse significativamente después de inducir a los cuyes con la combinación de KX y señalan que los gases en sangre solo pueden verse afectados o alterados si la magnitud de la depresión respiratoria es grave, como se refleja en una reducción de la PO_2, acompañada por un aumento de la PCO_2. Del mismo modo, Jacobson (2001) observó una disminución prolongada de la frecuencia respiratoria, disminución del oxígeno en la sangre y un aumento de CO_2. Es importante mencionar que la concentración de PCO_2 refleja el equilibrio entre la producción metabólica de CO_2 y la excreción de ventilación (Brouillette y Waxman, 1997).

Los valores obtenidos en este estudio para iones Sodio y Potasio son similares entre sí con Ketamina+Xilacina y Ketamina+Dexmedetomidina; existiendo una diferencia mínima, sin variación estadística significativa. Razón por la cual se podría indicar que lo reportado en esta investigación puede considerarse normal en cuyes anestesiados con ambos protocolos. Nuestros resultados concuerdan con los hallados por Sánchez *et al.,* 2009; quien informó que en cuyes anestesiados con el protocolo KX (K: 50 mg/kg, se obtuvieron los siguientes resultados en aquellos de pelo corto inglés vs Duncan-Hartley: Na^+ (124-141 vs. 126-137 mmol/L), K^+ (3-7,5 vs. 3,6-4,6 mmol/L respectivamente).

En relación a los valores de ion calcio observados para KX vs KD, existe una variación en el límite superior de 0.2 mmol/L, sin significancia. Siendo más elevado con el primer protocolo en mención y aunque guarda similitud con lo reportado por Sánchez *et al.,* (2009) para cuyes de pelo corto inglés (0,52-1,28 mmol/L), nuestros valores son menores a lo descrito por el mismo autor para Duncan-Hartley (1,28-1,47 mmol/L)

Los niveles elevados de Calcio podrían estar relacionados con un probable aumento de la hormona paratiroidea. Esto puede deberse a un el mecanismo de defensa por parte del

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

animal en respuesta al estrés generado por la manipulación y sedación. El aumento de esta hormona inicia una movilización esquelética del Calcio produciéndose el incremento del mismo. (Starkov *et al.,* 2004).

El rango respecto a Cloro para KX, fue de 89-123 mmol/L vs 98-126 mmol/L para KD, determinando así que no existe mayor variación y que los valores permanecen estables.

Los rangos de valores reportados para los parámetros de HCO_3^- en cuyes anestesiados con KX, fueron similares al rango obtenido de aquellos anestesiados con KD.

Lo obtenido en este estudio concuerda con lo hallado por Jacobson (2001) en cuyes Duncan-Hartley anestesiados con KX, el investigador informó un intervalo de 20,3-24,1 mEq/L y estos resultados se consideraron normales para el investigador y similar a lo hallado por Sánchez *et al.,* 2009.

La importancia de HCO_3- se basa en su función como un sistema de amortiguación que evita cambios drásticos en el pH de la sangre. Cuando hay un aumento de ácido a nivel corporal, la primera reacción es un resorte químico a través del HCO_3- que se combina con iones hidrógeno como resultado del metabolismo que produce ácido carbónico, que se separa en $CO_2 + H_2CO_3$. El CO_2 es eliminado por el sistema respiratorio y el agua sirve para mantener la homeostasis en los diferentes compartimentos (Guyton y Hall, 1997; Mathews *et al.,* 2002). El equilibrio ácido-base requiere la integración de tres sistemas orgánicos: hígado, pulmones y riñón. El hígado metaboliza las proteínas que producen hidrogeniones, los pulmones eliminan el CO_2 y el riñón regula el $HCO3^-$ (Mutis Barreto et al., 2004).

Si bien los resultados de hematocrito obtenidos en este estudio difieren con los obtenidos por Hart *et al.,* (1984) para la cepa Duncan-Hartley, anestesiados con xilacina-ketamina (0,15 -25 mg / kg) los cuales obtuvieron un rango de 38-49% y considerándolos normales, sí coinciden con los límites reportados en cobayas anestesiados con xilacina-ketamina (5-30 mg/kg), que variaron entre 37-45% según Browns *et al.,* (1989) y se mantienen sin cambios significativos durante el efecto de la anestesia, al igual que los obtenidos por Sánchez con el mismo protocolo tanto para cuyes pelo corto inglés (27%-40%) como para Duncan-Hartley (39%-49%).

Los valores para hematocrito hallados en esta investigación fueron muy similares con ambos protocolos y estadísticamente no significativos. Una explicación para aquellos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

rangos elevados obtenidos por algunos autores es que podría deberse a una contracción esplénica y a una hipoxia tisular en la respuesta al bazo liberando adrenalina debido a una fuerte estimulación, expulsando los glóbulos rojos hacia la circulación y produciendo poliglobulismo con un aumento en el recuento de eritrocitos (Mutis *et al.,*2004).

En relación a los valores de exceso de base en el fluido extracelular BE (ecf), exceso de base en sangre BE (B) y base amortiguadora BB, para el protocolo bajo KX se hallaron los valores promedio de 1,1182 mmol/L, 0,7045 mmol/L y 47,1773 mmol/L respectivamente y -1,616 mmol/L, -1,595 mmol/L y 44,774 mmol/L respectivamente para el protocolo de KD. No se encontró diferencia estadística significativa entre ambos. Estos resultados no han sido reportados por otros autores anteriormente y se pueden considerar confiables para estudios posteriores.

La ketamina es un agente anestésico disociativo, con un lugar único en la práctica anestésica (Álvarez *et al.,* 2004) y es la única anestesia intravenosa con propiedades analgésicas capaz de incitar a la estimulación cardiovascular (Trevor y White, 2005), aunque en algunos casos aumenta el gasto cardíaco y puede aumentar el flujo sanguíneo hepático y la perfusión tisular (Prys-Roberts y Mug, 1986).

La xilacina, en cambio, presenta gran efectividad en la eliminación de la hipertonicidad muscular tras la administración de ketamina (Amend et al, 1972; Yate, 1973). Uno de los efectos adversos de este fármaco, es que disminuye la tasa cardíaca (Scwenke y Cragg, 2004) al igual que la dexmedetomidina, la cual puede causar bradicardia y depresión respiratoria (Carpenter, 2012; KO *et al.,* 2009). Sin embargo, cuando cualquiera de éstas se combina y se administra a cuyes sanos, induce una disminución moderada de la frecuencia cardiaca (Hart *et al.,* 1984; Jacobson, 2001).

En este estudio, hemos logrado deducir que la combinación de KX, así como ketamina-dexmedetomidina llegan a generar una anestesia segura y pueden administrarse a cuyes que presentan sistemas cardiovasculares óptimos (Brown *et al.,* 1989).

Es importante señalar que los valores de gases, electrolitos, sustrato, hematocrito y otros parámetros calculados en la sangre de los cuyes anestesiados, deben mantenerse entre los límites normales cuando están bajo el efecto de la anestesia, con el fin de mantener la homeostasis cardiovascular y fisiológica del animal (Sánchez *et al.,* 2009).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El estándar de referencia para las variables metabólicas y el análisis de gas en sangre en cuyes anestesiados tanto con KX como con KD descritas en este estudio, proporcionan al investigador una vista panorámica de las condiciones fisiológicas durante la cirugía de cuyes sometidos a diversas situaciones laboratoriales, para así asegurar el bienestar del animal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. CONCLUSIONES

- Los resultados de medición de gases sanguíneos muestran que la anestesia en cuyes con KX y KD no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos protocolos.

- Ningún protocolo presentó alteraciones de consideración para poner en riesgo la vida del animal cuando se decide realizar algún tipo de procedimiento quirúrgico o utilizarlos para experimentación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar mediciones de hemogasometría en distintos momentos (antes, durante y después de la anestesia) para obtener un registro más preciso de la trayectoria temporal de las variables y su variación metabólica, en lugar de una sola medición puntual.
- Ampliar el tamaño muestral en futuras investigaciones, considerando que algunas variables (Cl^-, p=0,0592; HCO_3^- act, p=0,0938; $ctCO_2$, p=0,0833) mostraron valores de p cercanos al umbral de significancia, lo que sugiere que una muestra mayor podría esclarecer si existe una diferencia real entre protocolos.
- Estratificar el análisis por sexo (machos vs. hembras) y por peso/edad dentro del rango de inclusión, dado que estos factores pueden influir en la respuesta fisiológica a la anestesia y no fueron evaluados como variables independientes en este estudio.
- Incluir el registro simultáneo de parámetros clínicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal) durante la toma de muestras, para poder correlacionar los cambios hemogasométricos con el estado cardiorrespiratorio del animal, tal como se discute en el marco teórico respecto a los efectos cardiovasculares de cada fármaco.
- Incorporar la medición de lactato y glucosa sanguínea en estudios futuros, dado que ambos parámetros están directamente relacionados con el equilibrio ácido-base y fueron mencionados en el marco teórico, pero no se incluyeron entre las variables medidas en este estudio.
- Dado que ambos protocolos demostraron ser fisiológicamente seguros y equivalentes, se recomienda que la elección entre KX y KD en la práctica se base en criterios logísticos (disponibilidad, costo y reversibilidad farmacológica con Atipamezol en el caso de KD), más que en diferencias metabólicas.
- Utilizar los valores de referencia obtenidos en este estudio como línea base para protocolos anestésicos en procedimientos de investigación y clínicos con cuyes, considerando la escasez de literatura específica para esta especie señalada en los antecedentes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarie, Y., & Stock, M. F. (1988). Arterial blood gas measurements in guinea pigs and inspired CO2 concentrations for ventilatory performance challenges. *Fundamental and Applied Toxicology*, *11*(2), 268-276. https://doi.org/10.1016/0272-0590(88)90151-0

Alonzo, P., Reolón, E., Acuña, P., Leaniz, R., Lavarello, L., & Maisonnave, J. (2008). Evaluación de un modelo en cobayo (Cavia porcellus) para estudiar la inmunogenicidad de vacunas comerciales inactivadas contra Herpesvirus bovino. *Veterinaria (Montevideo)*, *43*(172). https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/150

Alvarez-Ríos, J., Venegas-Hernández, M., Lopez Beltrán, A., & Manrique-Carmona, L. (2004). Ketamina: 35 años después. *Anestesia en México*, *Suplemento 1*. https://www.scribd.com/document/408935636/Ketamina-35-Anos-Despues

Bar-Ilan, A., & Marder, J. (1980). Acid base status in unanesthetized, unrestrained guinea pigs. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*, *384*(1), 93-97. https://doi.org/10.1007/BF00589520

Belda, E. (2005). Agonistas α-2 adrenérgicos en sedación y anestesia veterinaria. *Anales de Veterinaria de Murcia*, *21*, 23-33. https://revistas.um.es/analesvet/article/view/2911

Brown, J. N., Thorne, P. R., & Nuttall, A. L. (1989). Blood pressure and other physiological responses in awake and anesthetized guinea pigs - PubMed. *Laboratory Animal Science*, *39*(2), 142-148. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2709804/

Buchanan, K. C., Burge, R. R., & Ruble, G. R. (1998). Evaluation of Injectable Anesthetics for Major Surgical Procedures in Guinea Pigs - PubMed. *Contemporary topics in laboratory animal science*, *37*(4), 58-63. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12456147/

Calasans-Maia, J. A., Zapata-Sudo, G., & Sudo, R. T. (2005). Dexmedetomidine prolongs spinal anaesthesia induced by levobupivacaine 0.5% in guinea-pigs. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *57*(11), 1415-1420. https://doi.org/10.1211/JPP.57.11.0006;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:20427158;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

Centro de Investigación. Hospital General Universitario de Valencia. (1990). Anestesia en el Animal de Laboratorio. Parte 2. *Research in Surgery*, 36-44. http://www.oc.lm.ehu.es/fundamentos/doctorado/cursos/cirexp/015.pdf

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Chauca Francia, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)* (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Ed.). FAO. https://www.fao.org/4/w6562s/w6562s00.htm

Chauca Francia, L. J. (2007). *Logros obtenidos en la mejora genética del cuy (Cavia porcellus) experiencias del INIA*. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. https://hdl.handle.net/20.500.12955/2304

Clínica Universidad de Navarra. (2016). *Acidosis: qué es y definición médica*. https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/acidosis

De la Torre, M., & Ramírez-Ramírez, F. J. (2011). Gasometría arterial. obtención de la muestra e interpretación básica de sus resultados. *Revista Médica MD*, *2.3*(3), 180-185.

Del Riego, H., & Flores, M. (2010). Revisión de Gasometría Arterial: Trastornos Ácido-Base en Veterinaria - Studocu. *Medical Biochemistry*, *2*(4), 6-9. https://www.studocu.com/row/document/university-of-cape-coast/medical-biochemistry/revision-gasometria-arterial/8046837?sid=%24device%3Af0edbf83-bd44-4617-b079-788f0d2a73de1783561707

Deshpande, S. A., & Ward Platt, M. P. (1997). Association between blood lactate and acid-base status and mortality in ventilated babies. *Archives of Disease in Childhood Fetal and Neonatal Edition*, *76*(1), F15. https://doi.org/10.1136/FN.76.1.F15

Grégoire, A., Joly, T., Huamán Fuertes, E., Silva Arce, R. M., & León Trinidad, S. (2010). Crioconservación de los recursos genéticos del cuy (Cavia porcellus): producción y congelación de embriones. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, *39*(1), 185-188. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12616995009

Grønlund, J., & Carter, A. M. (1982). Continuous measurement of blood gas tensions in the fetal guinea pig by mass spectrometry. *Journal of perinatal medicine*, *10*(5), 226-232. https://doi.org/10.1515/JPME.1982.10.5.226

Hart, M. V., Rowles, J. R., Hohimer, A. R., Morton, M. J., Hosenpud, J. D., Hart, M. V., Rowles, J. R., Hohimer, A. R., Morton, M. J., & Hosenpud, J. D. (1984). Hemodynamics in the guinea pig after anesthetization with ketamine/xylazine. *American Journal of Veterinary Research*, *45*(11), 2328-2330. https://doi.org/10.2460/AJVR.1984.45.11.2328

Hernández, S. (2006). El modelo animal en las investigaciones biomédicas. *Biomedicina*, *2*(3), 252-256. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3070252&info=resumen&idioma=SPA

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Hidalgo Acosta, I., Mena Miranda, V. R., Fernández De La Paz, B., Heredero Valdés, M., & Ruiz Baldrich, W. (s. f.). *Rev Cubana Pediatr 2005;77(2) Acidosis metabólica: un reto para los intensivistas*.

Jacobson, C. (2001). A novel anaesthetic regimen for surgical procedures in guineapigs. *Laboratory animals*, *35*(3), 271-276. https://doi.org/10.1258/0023677011911598

Kharsa, A., Vashisht, R., Rout, P., & Meseeha, M. (2025). Anion Gap and Non-Anion Gap Metabolic Acidosis. *Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders*, 339-365. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60167-0_28

Lall, A., & S.A. Buckner. (1976). Arterial blood gases, pH, hematocrit, hemoglobin, oxygen content and blood pressure, heart rate and rectal temperature of unanesthetized guinea pigs. *Federation Proceedings*, *35*, 853.

Leach, R. M., & Treacher, D. F. (1998). Oxygen transport-2. Tissue hypoxia. *BMJ (Clinical research ed.)*, *317*(7169), 1370. https://doi.org/10.1136/BMJ.317.7169.1370

Lovesio, C. (2006). Acidosis Respiratoria. En *Medicina Intensiva*.

Martin, G. (2016, diciembre 19). *Cobaya*. animalresearch.info. https://www.animalresearch.info/es/el-diseno-de-la-investigacion/animales-de-investigacion/cobaya/

McGill University. (2014). *Standard Operating Procedure #113. Guinea Pig Anesthesia*.

Mellado, E. B., Álvarez, F. G. L., Montes, M. T. E. G. de, Giménez, A. A., Laguía, M. S., & Arjona, X. L. (2005). Agonistas a-2 adrenérgicos en sedación y anestesia veterinaria. *Anales de veterinaria de Murcia, ISSN 0213-5434, ISSN-e 1989-1784, Nº. 21, 2005, págs. 23-33*, (21), 23-33. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3937117&info=resumen&idioma=SPA

Mutis Barreto, C. A., Hoyos Osorio, P. A., Pérez Jiménez, T. E., & Henao López, E. S. (2004). Determinación y analisis de hematocrito, hemoglobina y ph sanguíneo, pre y pos ejercicio en equinos atletas de salto en Bogotá, Colombia. *Rev. med. vet. (Bogota)*, 27-46. http://publicaciones.lasalle.edu.co/images/openacces/Revistas/veterinaria/MV7/determinacion_analilsis.pdf

Nevalainen, T., Pyhälä, L., Voipio, H. M., & Virtanen, R. (1989). Evaluation of anaesthetic potency of medetomidine-ketamine combination in rats, guinea-pigs and rabbits - PubMed. *Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum*, 139-143. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2571264/

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Özbek, M., Domack, U., & Barnikol, W. K. (2004). Eine erweiterte Evaluation der Neurolept-Anästhesie für Meerschweinchen mit einer Analyse gemischt-exspiratorischer Gase während Spontanatmung. Wirkung des Fastens auf das kardiorespiratorische System und den Metabolismus* . *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *1-2*, 20-29. https://www.researchgate.net/publication/230174911_Eine_erweiterte_Evaluation_der_Neurolept-Anasthesie_fur_Meerschweinchen_mit_einer_Analyse_gemischt-exspiratorischer_Gase_wahrend_Spontanatmung_Wirkung_des_Fastens_auf_das_kardiorespiratorische_System_

Rodríguez-Roisín, R. (1998). Normativa sobre la gasometría arterial. *Archivos de Bronconeumología*, *34*(3), 142-153. https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30471-3

Sánchez-Aparicio, P., Mota-Rojas, D., Verduzco-Mendoza, A., Arch-Tirado, E., Hernandez, R., Alonso-Spilsbury, M., González-Lozano, M., Alfaro, A., Uribe-Escamilla, R., Becerril Herrera, M., & Trujillo-Ortega, M. E. (2009). Reference Values for Blood Gas Analysis, Electrolytes and Critical Biochemical Variables for Short-Hair-English and Duncan-Hartley Guinea Pigs Anaesthetized with Xylazine-Ketamine. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *8*(10), 1893-1899.

Schwenke, D. O., & Cragg, P. A. (2004). Comparison of the depressive effects of four anesthetic regimens on ventilatory and cardiovascular variables in the guinea pig. *Comparative medicine*, 77-85. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15027622/

Sloan, R. C., Rosenbaum, M., O'Rourke, D., Oppelt, K., Frasier, C. R., Waston, C. A., Allan, A. G., & Brown, D. A. (2011). High Doses of Ketamine–Xylazine Anesthesia Reduce Cardiac Ischemia–Reperfusion Injury in Guinea Pigs. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, *50*(3), 349. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3103285/

Wagner, J., & Manning, P. (1976). *The biology of the guinea pig* (Academic Press, Ed.; United Kingdom edit…). American College of Laboratory Animal Medicine. https://uchile.alma.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay/alma991007777393203936/56UDC_INST:56UDC_INST

Wellington, D., Mikaelian, I., & Singer, L. (2013). Comparison of Ketamine–Xylazine and Ketamine–Dexmedetomidine Anesthesia and Intraperitoneal Tolerance in Rats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, *52*(4), 481. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3725934/

Wing. (1986). Domestication of Andean mammals. En F. Vuilleumier & M. Monaterior (Eds.), *High altitude tropical biogeography* (pp. 246-264). https://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0034-77442008000300039000800300080&lng=es&pid=S0034-77442008000300039

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Zapata Barrera, J. L., del Sol, M., & Vásquez, B. (2009). Estereología Renal en el Cobayo (Cavia porcellus). *International Journal of Morphology*, *27*(2), 420-424. https://doi.org/10.4067/S0717-95022009000200018

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IX. ABREVIATURAS

AnGap: Anión Gap (brecha aniónica)

BB(B): Base amortiguadora en sangre (Buffer Base)

BE(B): Exceso de base en sangre

BE(ecf): Exceso de base en el fluido extracelular

Ca^{++}: Calcio ionizado

Ca^{++} (7.4): Calcio ionizado corregido a pH 7,4

Cl^{-}: Cloro (cloruro)

CO_2: Dióxido de carbono

$ctCO_2$: Concentración total de dióxido de carbono

g/dL: Gramos por decilitro

GSA: Gases en Sangre Arterial

Hct / Hcto: Hematocrito

HCO_3^- act: Bicarbonato actual

HCO_3^- std: Bicarbonato estándar

K^+: Potasio

KD: Ketamina-Dexmedetomidina

KM: Ketamina-Medetomidina

KX: Ketamina-Xilacina

mEq/L: Miliequivalentes por litro

mg/kg: Miligramos por kilogramo

mmHg: Milímetros de mercurio

mmol/L: Milimoles por litro

m.s.n.m. Metros sobre el nivel del mar

Na^+: Sodio

O_2: Oxígeno

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

pH: Potencial de hidrógeno

PCO_2: Presión parcial de dióxido de carbono

PO_2: Presión parcial de oxígeno

SID: Diferencia de iones fuertes (Strong Ion Difference)

SNC: Sistema nervioso central

sO_2 (est): Saturación de oxígeno (estimada)

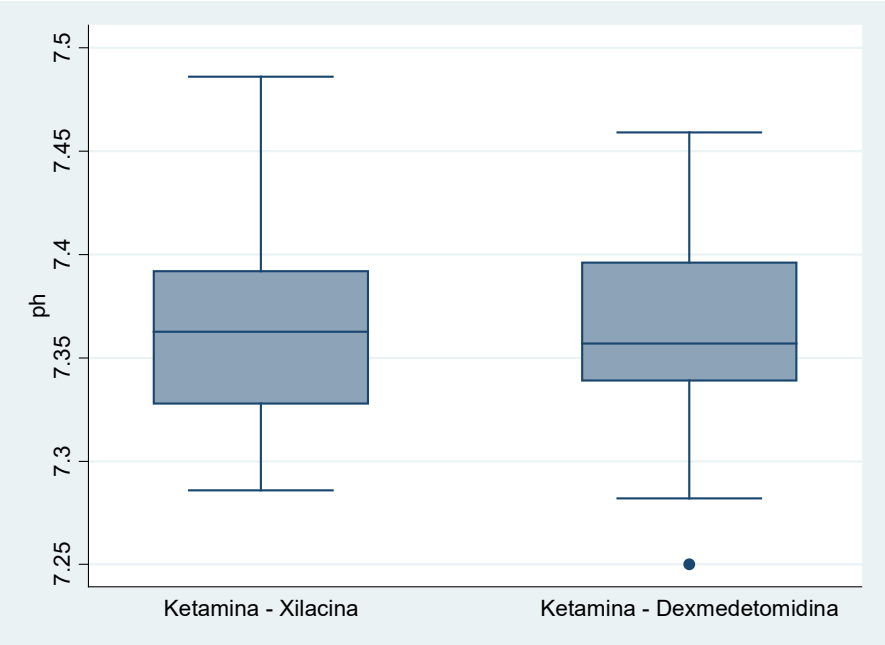
tHb: Hemoglobina total

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

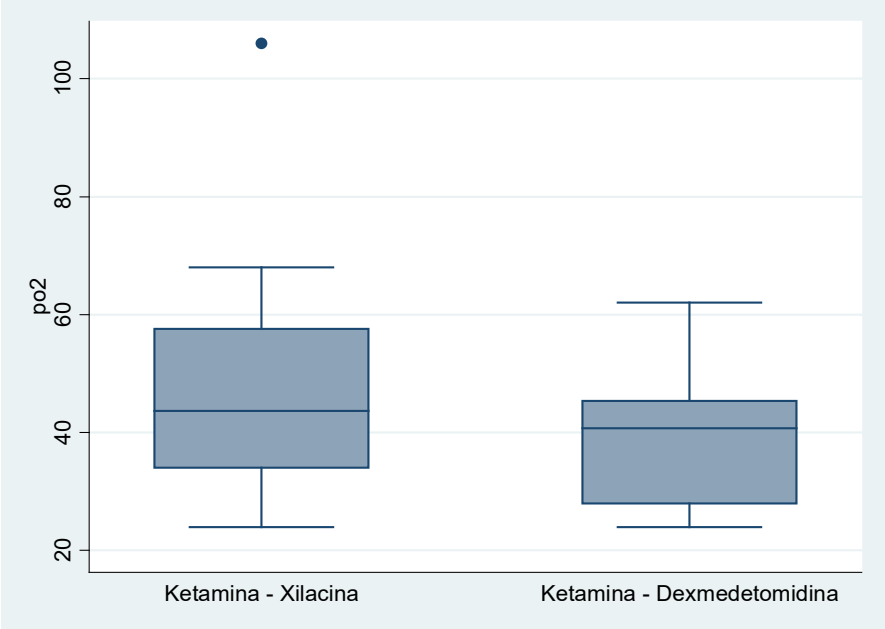
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

X. ANEXOS

Anexo 1. Comparación de ambos protocolos para la variable "pH"



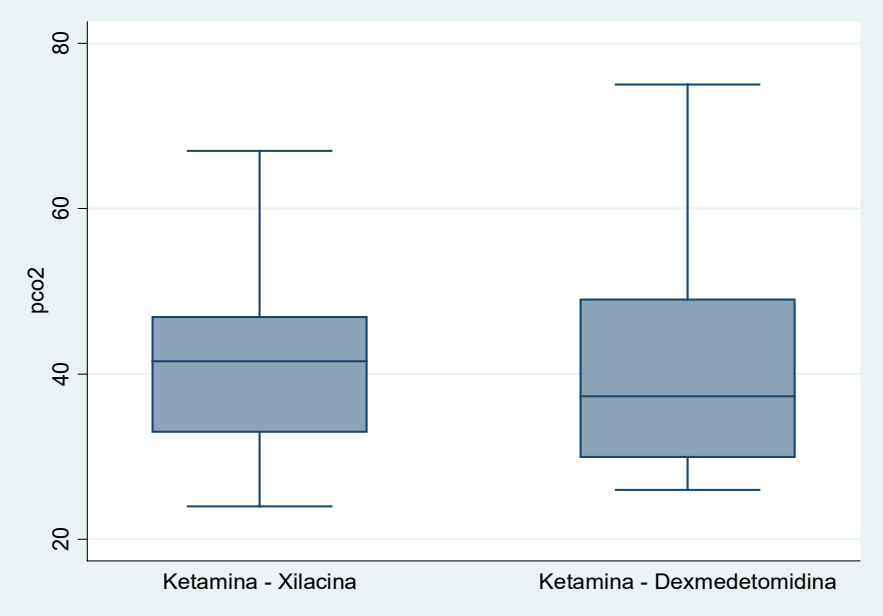
Anexo 2. Comparación de ambos protocolos para la variable “pO2”



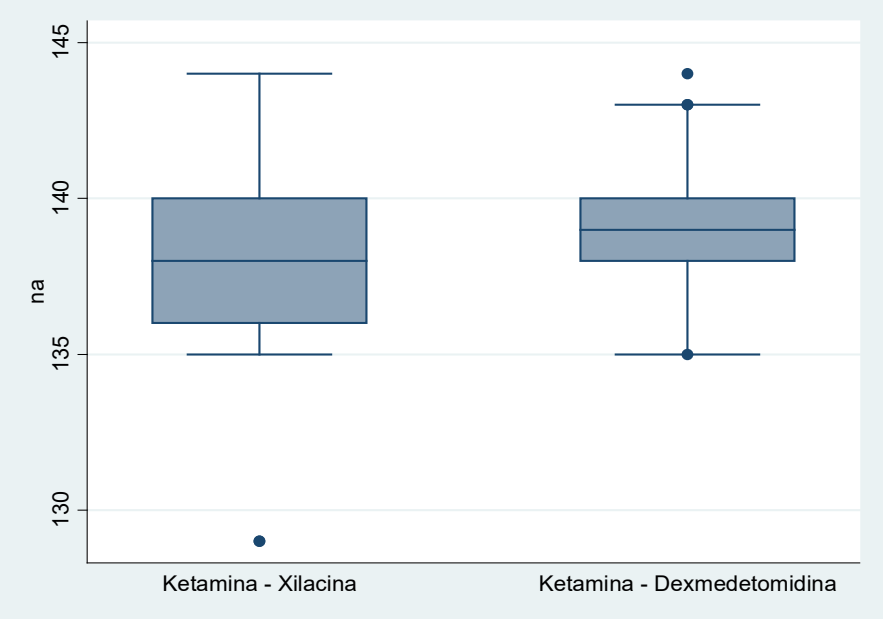
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3. Comparación de ambos protocolos para la variable "pCO_2"

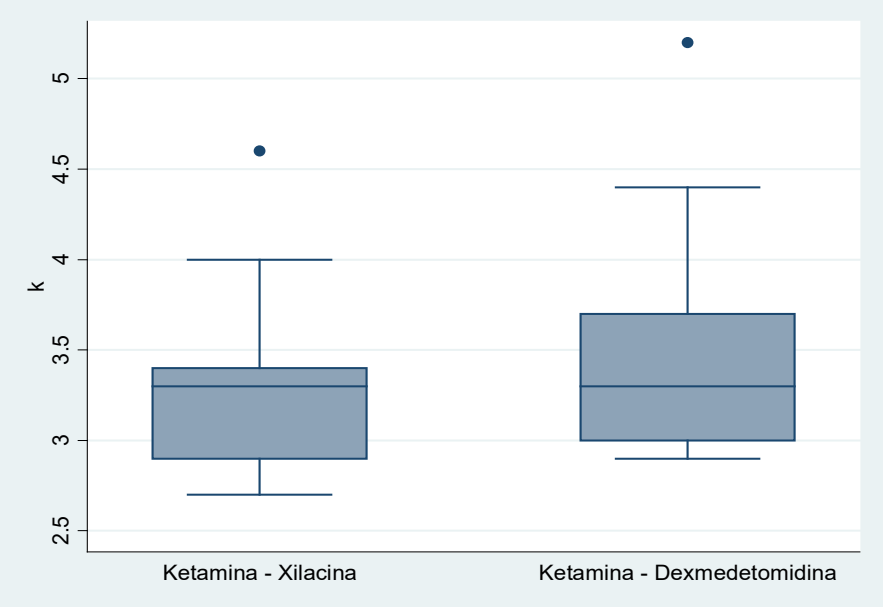


Anexo 4. Comparación de ambos protocolos para la variable "Na^+"

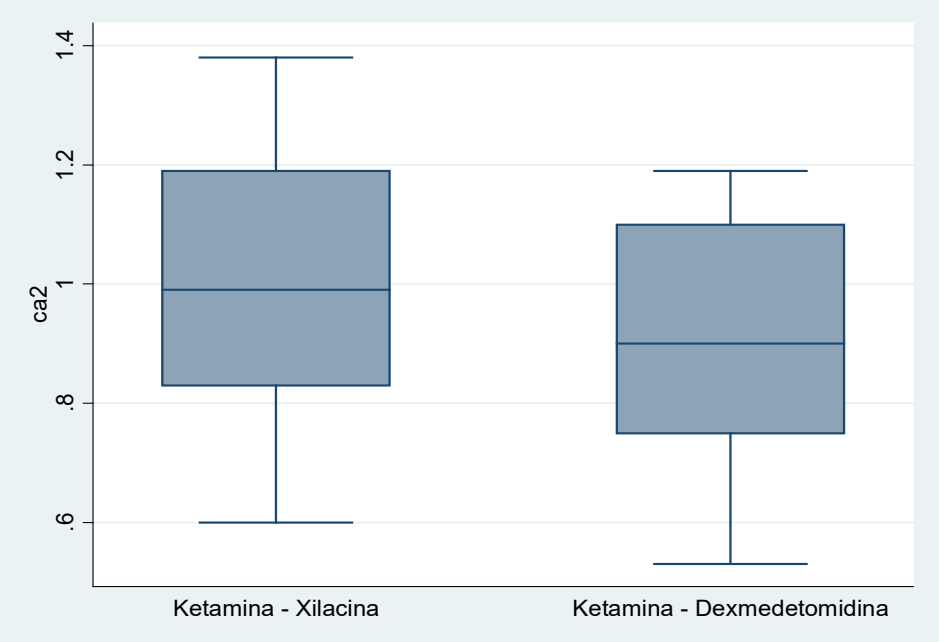


Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 5. Comparación de ambos protocolos para la variable "K^{+}"



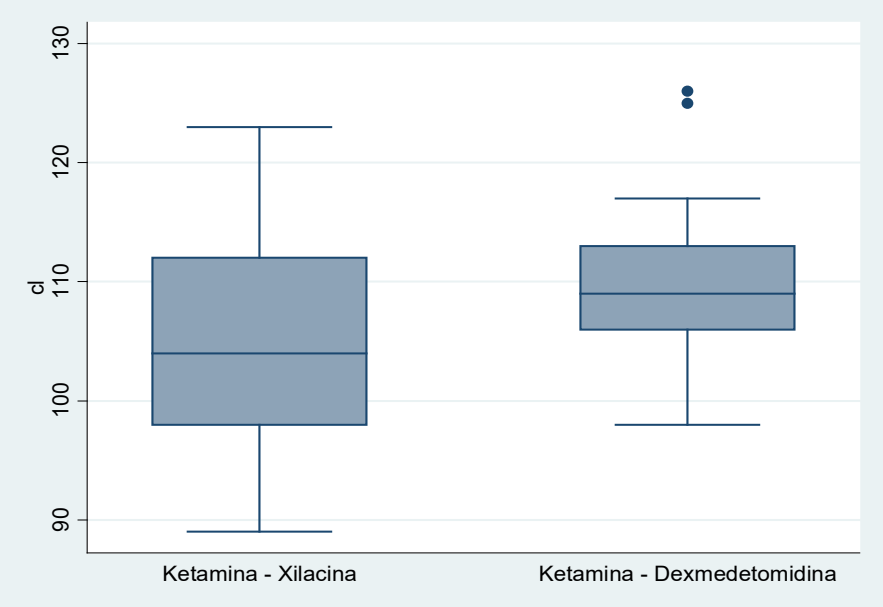
Anexo 6. Comparación de ambos protocolos para la variable "Ca^{++}"



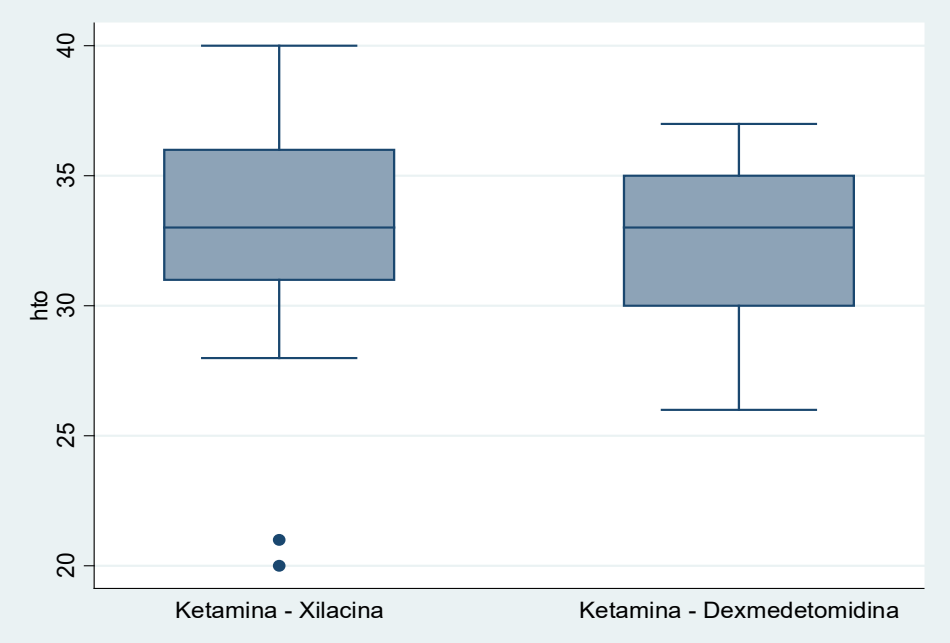
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 7. Comparación de ambos protocolos para la variable "Cl^-"



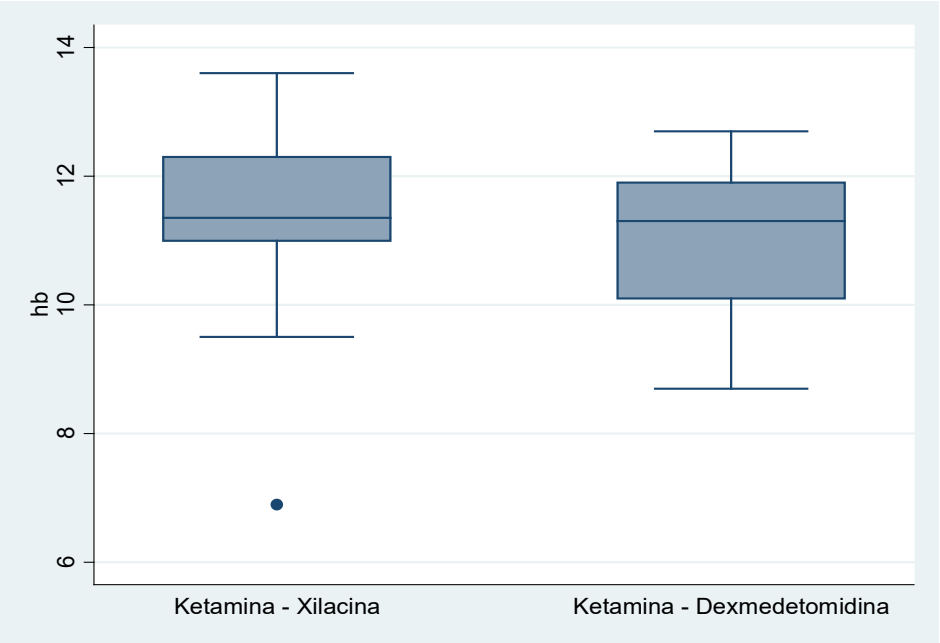
Anexo 8. Comparación de ambos protocolos para la variable "Hcto"



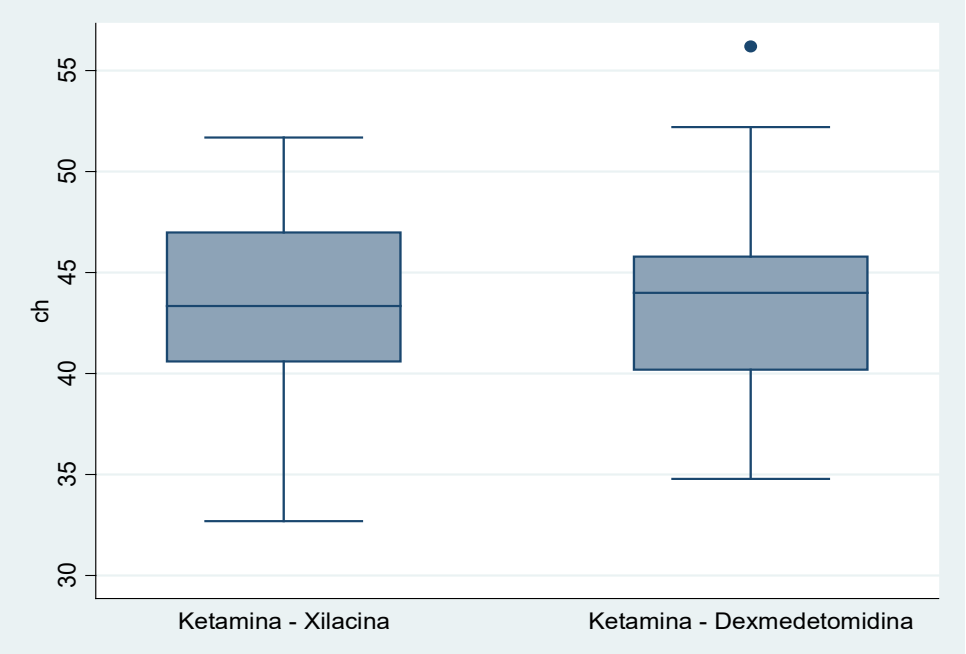
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 9. Comparación de ambos protocolos para la variable "tHb"

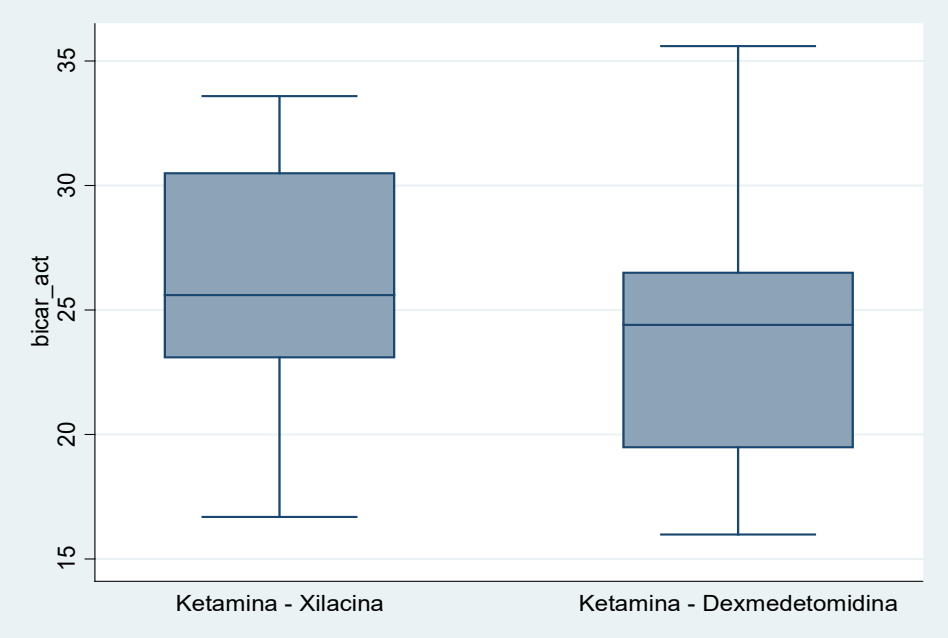


Anexo 10. Comparación de ambos protocolos para la variable "Ch"

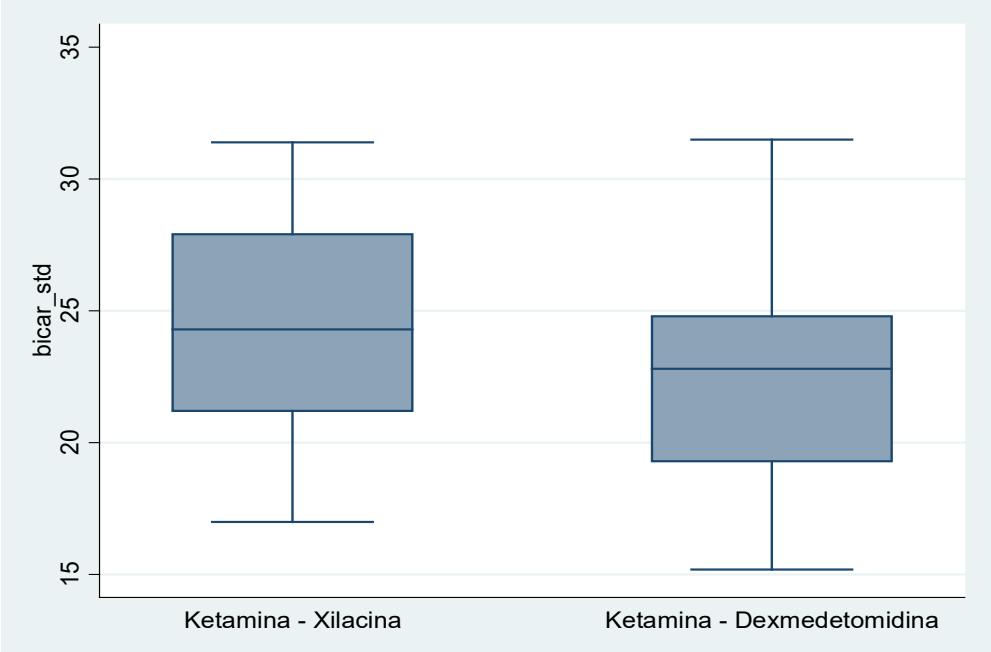


Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 11. Comparación de ambos protocolos para la variable "$HCO3^-$ act"



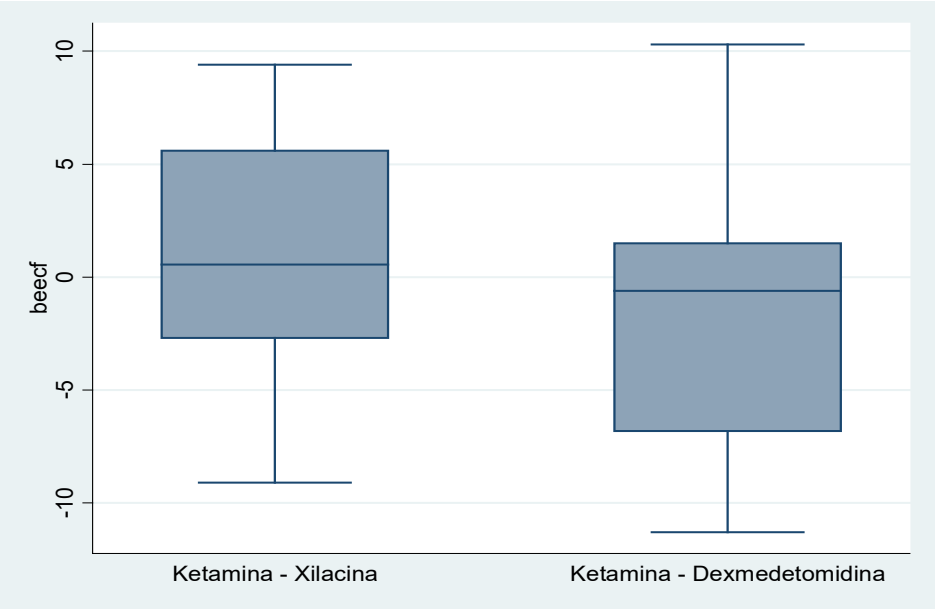
Anexo 12. Comparación de ambos protocolos para la variable "HCO_3^- std"



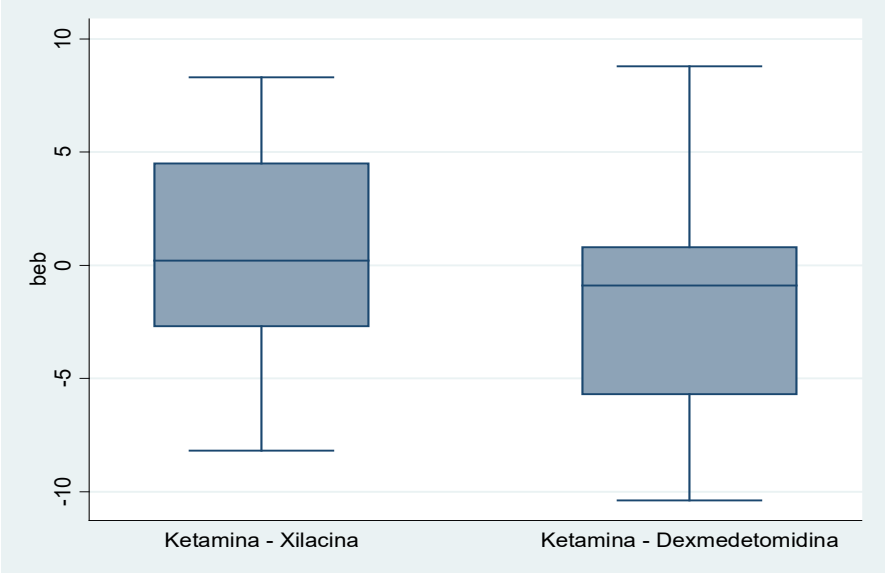
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 13. Comparación de ambos protocolos para la variable "BE (ecf)"

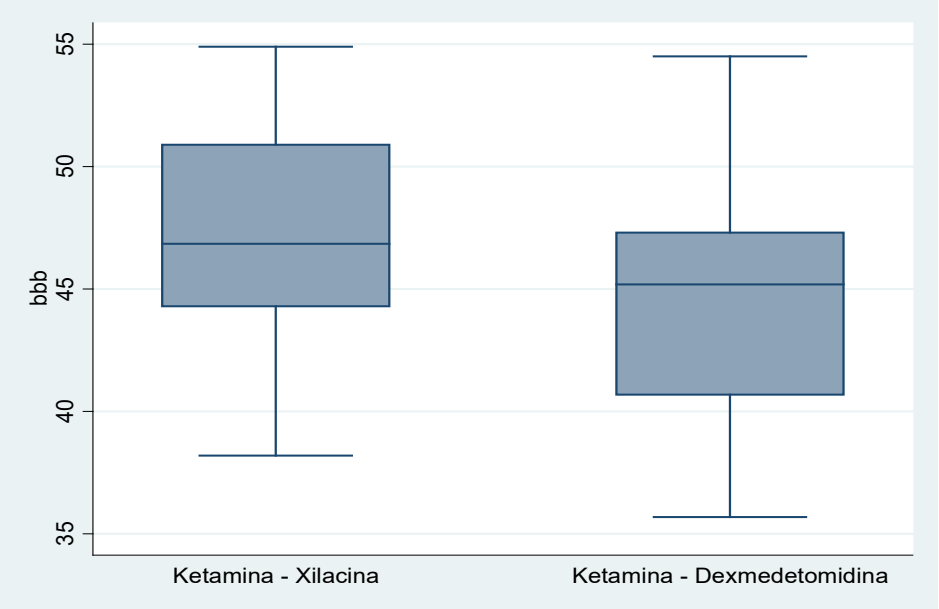


Anexo 14. Comparación de ambos protocolos para la variable "BE (b)"

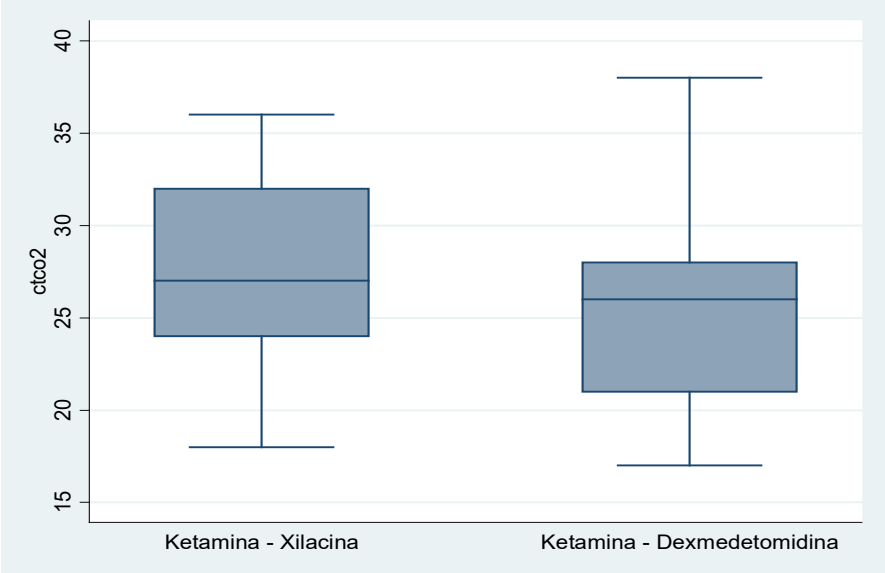


Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 15. Comparación de ambos protocolos para la variable "BB (B)"

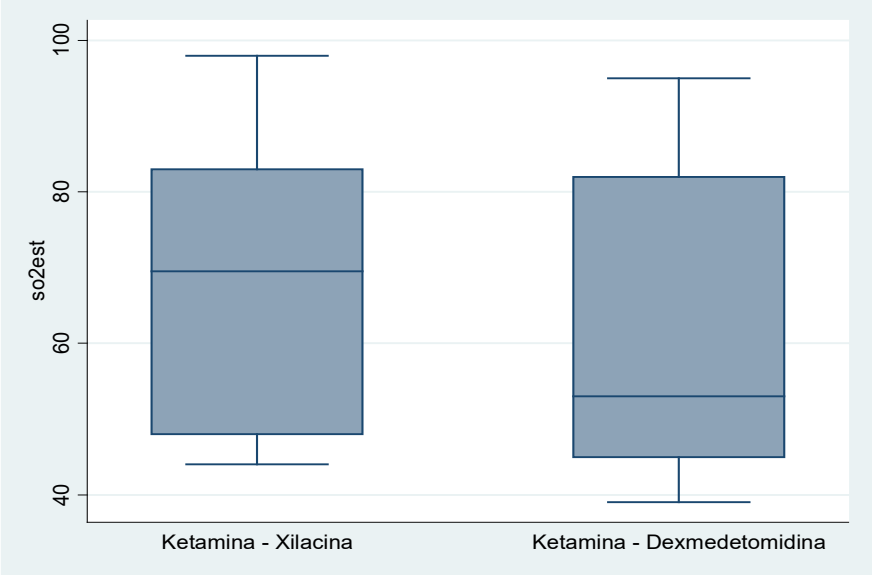


Anexo 16. Comparación de ambos protocolos para la variable "ctCO$_2$"

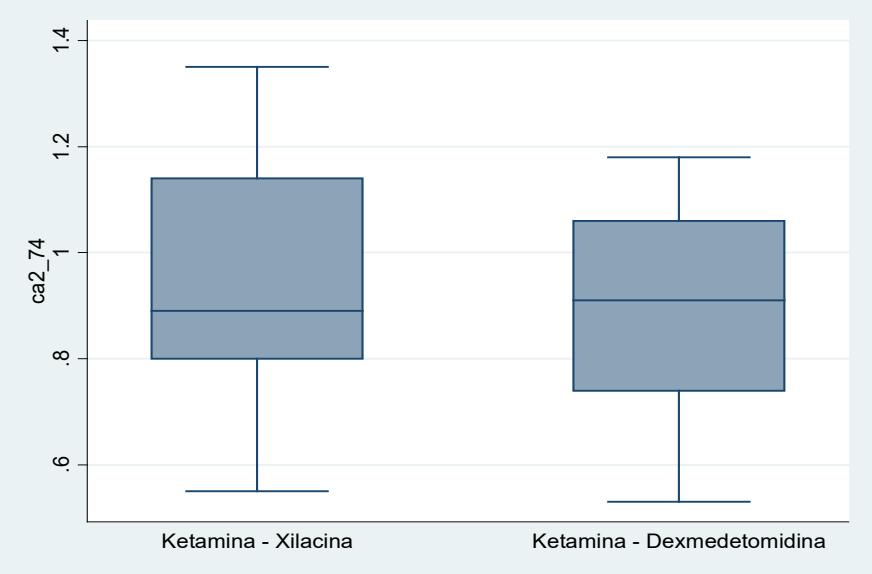


Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 17. Comparación de ambos protocolos para la variable "sO_2 (est)"

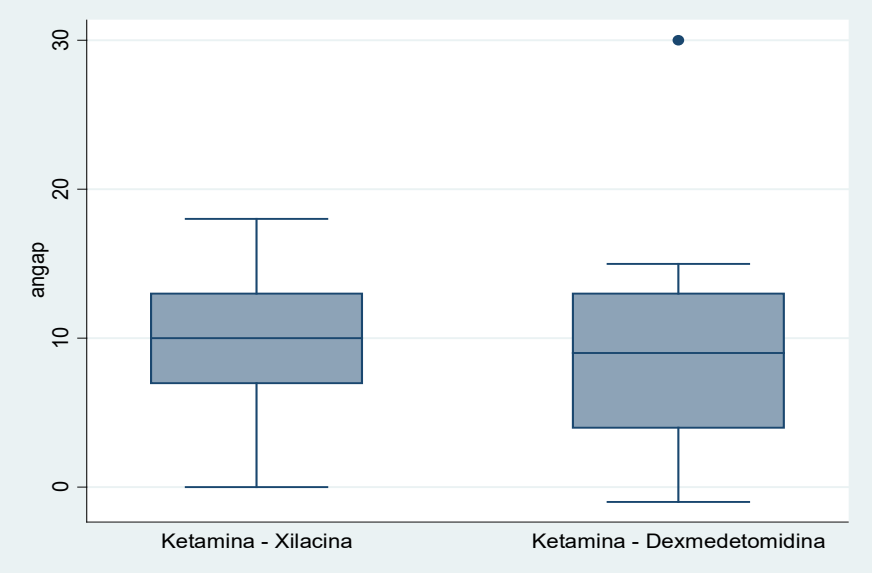


Anexo 18. Comparación de ambos protocolos para la variable "Ca^{++} (7.4)"



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 19. Comparación de ambos protocolos para la variable "AnGap"



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis