

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno,
mediante la pulsioximetría en gatos (*Felis silvestris catus*),
Cajamarca – 2016**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por el Bachiller
CHIMER JHOEL MIREZ SAAVEDRA

Asesor
Mg. M.V. JAIME MEGO SILVA

CAJAMARCA - PERÚ

2017



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las diez horas del día veintinueve de diciembre del dos mil diecisiete, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “**César Bazán Vásquez**” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: “**VALORES DE SATURACIÓN DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO, MEDIANTE PULXIOMETRÍA EN GATOS (*Felis silvestris catus*) - CAJAMARCA 2016**”, asesorada por el docente Mg. Jaime Mego Silva y presentada por el Bachiller en Medicina Veterinaria: **CHIMER JOEL MIREZ SAAVEDRA**.

Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **QUINCE (15)**.

Siendo las once horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

M. Cs. JORGE EDUARDO BURGA LEÓN
PRESIDENTE

M.Cs. JORGE BERNARDO GAMARRA ORTIZ
SECRETARIO

M.Cs. EDUARD EBGERTO GUEVARA LARA
VOCAL

Mg. JAIME MEGO SILVA
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres: **LEOPOLDO y ROSA**, por el apoyo moral y económico, ofrecido en los años universitarios, gracias a ellos culminé con satisfacción mi carrera profesional de Médico Veterinario.

A mi sobrino **JHAIR ALESANDRO**, motor que me impulso seguir mis estudios en esta prestigiosa universidad, gracias por la paciencia y la confianza que sembró en cada momento de mi vida.

A mis hermanos: **LUIS y ANAI**, por la confianza y apoyo que me brindaron en cada momento, a ellos también debo mi superación intelectual para culminar mi profesión.

El autor

AGRADECIMIENTO

A mi padre Celestial, gracias a su evangelio siempre conservo principios morales y espirituales para ser buen hijo, buen hermano dentro de una familia que respeta y obedece los mandatos divinos.

Al docente de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, Mg. M.V. Jaime Mego Silva, por la orientación profesional y el apoyo desinteresado como asesor del presente estudio y terminar con éxito mi trabajo de tesis

A los señores docentes de la Facultad de Ciencias Veterinarias, al personal administrativo, mi reconocimiento sincero por su calidad profesional y por sus enseñanzas durante los años de estudiante universitario.

El autor

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en Cajamarca-Perú, con el objetivo de determinar los valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en gatos (*Felis silvestris catus*) mediante pulsioximetría en el pabellón auricular de la oreja; utilizando un pulsioxímetro digital eléctrico. Los valores encontrados, están referidos a tres zonas de la ciudad de Cajamarca, con una pequeña diferencia de altitud: Zona uno (Cajamarca), con 2750 msnm, 40 gatos estudiados, con un valor mínimo de 87% de saturación y un máximo de 99% de saturación (promedio 93.8%). Zona dos (Cruz Blanca), con 2800 msnm, 30 gatos estudiados, con un valor mínimo de 85% de saturación y un valor máximo de 97% de saturación (promedio 92.47%). Zona tres (Huambocancha), con 2900 msnm, 30 gatos evaluados, con un valor mínimo de 84% de saturación y un valor máximo de 97% (promedio 91.67%). Se concluye que, el promedio de saturación de la Hemoglobina por el Oxígeno es del 92,65%; en gatos de la ciudad de Cajamarca.

Palabras clave: Saturación, hemoglobina, gatos.

ABSTRACT

The present research work was carried out in Cajamarca, Peru, with the objective of determining the saturation values of hemoglobin by oxygen in cats (*Felis silvestris catus*) by pulse oximetry in the auricle of the ear; using an electric digital pulse oximeter. The values found are related to three areas of the city of Cajamarca, with a small difference in altitude: Zone one (Cajamarca), with 2750 msnm, 40 cats studied, with a minimum value of 87% saturation and a maximum of 99% saturation (average 93.8%). Zone two (Cruz Blanca), with 2800 msnm, 30 cats studied, with a minimum value of 85% saturation and a maximum value of 97% saturation (average 92.47%). Zone three (Huambocancha), with 2900 msnm, 30 cats evaluated, with a minimum value of 84% saturation and a maximum value of 97% (average 91.67%). It is concluded that the average saturation of Hemoglobin by Oxygen is 92.65%; in cats of the city of Cajamarca.

Keyword: Saturation, hemoglobin, cats.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Respiración.....	3
2.2. La hemoglobina en la respiración.....	4
2.3. Valores de la hemoglobina en sangre	5
2.4. Ventilación pulmonar	5
2.5. Mecánica de la ventilación pulmonar.....	6
2.6. Ciclo Respiratorio	6
2.7. Oxígeno. Características	7
2.8. Historia clínica. Estudio del paciente por falta de saturación por el oxígeno.....	8
2.9. La espiración pulmonar de CO ₂ equilibra su producción metabólica	8
2.10. Toxicidad del oxígeno.....	9
2.11. Consecuencias del mal uso del oxígeno	9
2.12. Métodos de administración de oxígeno	10
2.13. Oxigenación en animales de compañía.....	11
2.14. Oxigenación. Receptores	11
2.15. Como conocer el contenido de oxígeno en sangre	13
2.16. Dispositivos para la administración de oxígeno.....	13
2.17. Pulsioximetría veterinaria	15

CAPÍTULO III	17
MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Localización	17
3.2. MATERIALES	18
3.3. METODOLOGÍA	18
3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	19
CAPÍTULO IV	20
RESUTADOS	20
CAPÍTULO V	22
DISCUSIÓN	22
CAPÍTULO VI	24
CONCLUSIONES	24
CAPÍTULO VII	25
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	25
ANEXO1	¡Error! Marcador no definido.
TESTIMONIOS FOTOGRÁFICOS QUE MUESTRAN LOS LUGARES DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO	28
VALORES DE SATURACIÓN DE L HEMOGLOBINA POR EL OXIGENO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA	35
VALORES DE SATURACIÓN DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO EN LA ZONA CRUZ BLANCA - CAJAMARCA	37
VALORES DE SATURACIÓN DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO EN LA ZONA DE HUAMBOCANCHA - CAJAMARCA	39

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La observación del paciente y de su tipo de respiración, junto a un examen físico adecuado, son casi siempre suficientes para poder realizar el diagnóstico cuando se presume que exista una deficiencia respiratoria severa cualquiera que sea la causa. En estos casos, primero, se debe asegurar la permeabilidad de la vías aéreas, examinar la cavidad nasal-oral-faringe-laringe y asegurarnos de que no exista nada que obstaculice el paso del aire; si esto fuera el caso, debemos dirigir todos nuestros esfuerzos a despejar esa vía aérea (máxima prioridad en cualquier animal con disnea severa). Definitivamente, en estos casos, la administración de oxígeno resulta beneficiosa en la mayoría de las urgencias y emergencias. Por tanto, procedemos a administrar oxígeno por cualquier método que el paciente tolere (mascarilla, jala, bolsa de oxígeno, etc.).

Los valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, es muy importante determinarlo para no exceder a su necesidad, lo determinamos a través de la pulsioximetría, y la deficiencia se corrige a través de la oxigenoterapia, procurando administrar el oxígeno en forma prudente de acuerdo a la necesidad, para no cometer intoxicación por exceso de este gas. Por estos motivos, el presente estudio se justifica, por no conocer en gatos los valores normales de saturación de la hemoglobina por el oxígeno.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determina los valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, mediante Pulsioximetría, en gatos (*Felis silvestris catus*), en Cajamarca.

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Establecer los valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, mediante Pulsioximetría, en gatos (*Felis silvestris catus*); en función a la altitud, en tres diferentes zonas de Cajamarca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Respiración

Función vital del organismo mediante la cual se asegura la llegada del oxígeno del aire atmosférico a los tejidos y se expulsa del organismo el anhídrido carbónico tóxico (CO_2), formado en los mismos como producto terminal de los procesos oxidativos del metabolismo orgánico. La respiración externa se desarrolla a nivel de los alveolos pulmonares y consiste en el intercambio gaseoso a través de la sutilísima y permeable pared del alveolo, el aire atmosférico inspirado y contenido en aquellos, al ser muy rico en oxígeno y pobre en anhídrido carbónico, tiende a ceder el primer elemento y a enriquecerse del segundo cuando está en la vecindad de la sangre venosa de los capilares sanguíneos perialveolares, pobre en oxígeno y rica en anhídrido carbónico. En virtud de este doble intercambio gaseoso, la sangre venosa se hace arterial (es decir, que se enriquece de oxígeno y se empobrece de anhídrido carbónico), en tanto que el aire alveolar que se expulsa mediante la espiración tiene un contenido mayor de anhídrido carbónico (de procedencia sanguínea) y un contenido menor de oxígeno (cedido a la sangre). La respiración interna se desarrolla a nivel de los tejidos en donde la sangre arterial oxigenada conducida a través de las últimas ramificaciones arteriales, tiende a ceder oxígeno y a enriquecerse de anhídrido carbónico mediante un doble intercambio gaseoso con los tejidos que necesitan el primer elemento (Oxígeno) y eliminar el segundo (Anhídrido carbónico); producto del metabolismo (García, 2008).

2.2. La hemoglobina en la respiración

La Hemoglobina es el pigmento rojo intracelular (glóbulos rojos) que, tanto en el hombre como en los animales de sangre caliente actúa como fermento respiratorio, transportando el oxígeno desde los pulmones, hasta las últimas células de nuestra economía. El peso molecular de la hemoglobina es de 68,000. Desde el punto de vista químico-estructural la hemoglobina es un cromoproteido formado por un grupo protético pigmentario denominado protohem y una proteína denominada globina. Esta última forma el 96% de la molécula y el resto el protohem. Es una proteína compleja cuyo grupo globínico está formado por cuatro cadenas de polipéptido (2 alfa y 2 beta) unidos al protohem mediante el aminoácido histidina. Cada cadena de polipéptidos tiene su protohem. Asimismo, cada cadena alfa de polipéptidos está formada por 141 aminoácidos, y 146 la beta. Normalmente, en el organismo humano existen tres clases de hemoglobina que no originan ningún trastorno, en tanto que patológicamente numerosas hemoglobinas que originan un grupo de trastornos hemáticos incluidos en las llamadas hemoglobinopatías. Se sintetiza en la médula ósea y se incorpora a los eritroblastos que forman su avidéz tintórea, pasando de basófilos a ortocromáticos (Hib, 2001).

La hemoglobina contenida en los glóbulos rojos establece las relaciones entre la respiración externa (nivel pulmonar) y la interna (tejidos); en efecto, esta sustancia colorante de los glóbulos rojos desarrolla una doble función: 1) A nivel de los vasos sanguíneos intrapulmonares (ambiente rico en oxígeno procedente del aire intralveolar) la hemoglobina fija oxígeno, transformándose en oxihemoglobina para transportarlo hacia los tejidos; 2) A nivel de los tejidos (ambiente rico en anhídrido carbónico, sustancia tóxica que constituye el producto final del metabolismo celular) la hemoglobina fija inmediatamente al anhídrido carbónico, transformándose en

hemoglobina reducida para transportarlo por la corriente venosa hacia el corazón derecho y de este a los pulmones, donde la hemoglobina reducida se escinde rápidamente en anhídrido carbónico (cedido con la respiración externa al aire intralveolar que lo expulsa al exterior) y en hemoglobina simple, que vuelve a fijar oxígeno para transportarlo. Concluyendo: Ambos mecanismos de la respiración externa e interna se producen siempre que la hemoglobina cumpla incesantemente el doble juego de fijar el oxígeno en los pulmones para transportarlo y cederlo a los tejidos; y fijar el anhídrido carbónico en los tejidos para transportarlo a los pulmones, donde lo cede al aire intralveolar; a partir del cual se elimina al exterior (Bancks, 1996).

2.3. Valores de la hemoglobina en sangre

En condiciones normales, en la sangre arterial saturada de oxígeno, la hemoglobina contiene el 19% de este elemento (oxígeno), en tanto que la sangre venosa solo contiene el 14%. Diariamente se transporta a nuestra economía unos 1,000 litros de oxígeno. En el hombre 100 g de sangre contienen de 14 a 16 g de hemoglobina, que referido al peso medio normal de un hombre de 70 kg representa aproximadamente 1 kg de su peso corporal (Hib, 2001).

2.4. Ventilación pulmonar

La respiración suministra oxígeno a los tejidos y eliminar dióxido de carbono. Se realiza a través de 4 sucesos funcionales: 1) Ventilación pulmonar, que significa el flujo de aire, de entrada y de salida, entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares; 2) Difusión del oxígeno y del dióxido de carbono entre los alvéolos y la sangre; 3) Transporte del oxígeno y del dióxido de carbono de la sangre y los líquidos corporales a las células y desde ellas, y 4) Regulación de la ventilación y de las otras facetas de la respiración (Guyton & Hall, 2011).

2.5. Mecánica de la ventilación pulmonar

Los pulmones pueden expandirse y contraerse de dos maneras: 1) Por el movimiento hacia abajo y arriba del diafragma y para alargar y acortar la cavidad torácica, y 2) Por elevación y descenso de las costillas para aumentar y disminuir el diámetro anteroposterior de la cavidad torácica. La respiración normal tranquila se logra casi totalmente por el primero de ambos sistemas, es decir, por el movimiento del diafragma. Durante la inspiración, la contracción del diafragma tira de las superficies inferiores de los pulmones hacia abajo. Después durante la espiración, el diafragma se limita a relajarse, y el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y de las estructuras abdominales; son los que comprimen los pulmones. El segundo método de expandir los pulmones es elevar la caja torácica. Esta maniobra expande los pulmones debido a que, en la posición natural de reposo, las costillas se dirigen hacia abajo, lo que permite que el esternón caiga hacia atrás, hacia la columna vertebral. Los músculos que elevan la caja torácica son: los *intercostales externos*, pero también contribuyen: *esternocleidomastoideo*, que tira del esternón hacia arriba, los *serratos anteriores*, que levantan muchas costillas, y *los escalenos* que levantan las dos primeras costillas. Los músculos que tiran de la caja torácica hacia abajo durante la espiración son: 1) Los *rectos abdominales* que tiene el efecto poderoso de tirar hacia abajo las costillas inferiores y junto con los restantes músculos abdominales, comprimen el contenido abdominal hacia arriba contra el diafragma, y 2) Los *intercostales internos* (Guyton & Hall, 2011).

2.6. Ciclo Respiratorio

La producción rítmica de los movimientos de la respiración es controlada por el bulbo raquídeo (parte del encéfalo). Este centro nervioso envía impulsos a los músculos intercostales y al diafragma. Se llama inspiración a la expansión del tórax y los pulmones acompañada por la entrada del aire. El tórax se expande por contracción del

diafragma y por un movimiento de las costillas hacia afuera y en dirección craneal. La espiración es una disminución en el tamaño del tórax y los pulmones con salida de aire. Los músculos previamente contraídos se relajan y el tórax ensanchado y el abdomen distendido regresan a sus posiciones iniciales, con la ayuda graduada de los músculos espiratorios, según el estado de la respiración. Los ciclos respiratorios son generalmente continuos, pero pueden variar durante la anestesia, y estos intervalos pueden alargarse. Los ciclos respiratorios complementarios se caracterizan por una inspiración profunda y rápida, seguida de una espiración de mayor duración (suspiro). Los movimientos respiratorios de inspiración y espiración tienen por objeto renovar constantemente el aire de las cavidades respiratorias (Cutts y Harry, 2000).

2.7. Oxígeno. Características

El oxígeno es el elemento químico más corriente que existe en el aire atmosférico en forma libre a una proporción del 21% y en el agua combinado a una proporción del 89%. En medicina, es uno de los gases terapéuticos que tiene numerosas indicaciones: 1) Cuando se respira en forma pura (100%) y a la presión atmosférica de 760 mm/Hg (presión normal), incrementa su concentración a nivel del alveolo pulmonar y la hemoglobina se satura por completo, alcanzando los 20 cc de dicho elemento por 100 cc de sangre arterial. Normalmente existen 19,7% y la concentración total de dicho gas mediante la administración del mismo es de 22%. El incremento máximo que se logra en un individuo normal cuando se inhala oxígeno puro es de 11 %. 2) Cuando existe una anoxia anóxica o anoxia anoxémica, en la que hay una disminución de la saturación de oxígeno en la hemoglobina, la inhalación de dicho gas incrementa considerablemente la tasa del oxígeno en la sangre, con lo que el efecto terapéutico es notorio. En estos casos, de un contenido de 10%, se pasa, con la oxigenoterapia, a 22% en la anoxia. 3) La absorción del oxígeno se hace por vía

pulmonar a nivel de los alveolos. 4) La inhalación de oxígeno a altas concentraciones provoca intoxicación, observándose principalmente alteraciones pulmonares, la fibroplasia retrolental o retrocristalina, la acidosis y las alteraciones nerviosas. 5) La inhalación prolongada a la presión atmosférica y a una concentración de 75% ocasiona irritación nasal y faríngea, tos y dolor retroesternal, provocados por la traqueobronquitis. Estos síntomas irritativos provocan una bronconeumonía cuando la exposición es prolongada y se utiliza concentraciones más del 90%; por más de 48 horas (Deso, 1999).

2.8. Historia clínica. Estudio del paciente por falta de saturación de la hemoglobina por el oxígeno

Como en otras ramas de la medicina, una detallada historia clínica y una minuciosa exploración física son las piedras angulares para establecer un diagnóstico correcto en los pacientes con falta de oxígeno por enfermedades respiratorias. Al analizar la historia de los pacientes con enfermedades pulmonares, casi siempre presentan dificultad respiratoria por falta de oxígeno, en estos casos el primer tratamiento es abastecerle lo más pronto posible de oxígeno hasta que tenga estabilidad respiratoria con buena ventilación pulmonar. En un sentido amplio, la respiración involucra el intercambio gaseoso (O_2 y CO_2) que iniciado a nivel alveolocapilar, va a terminar a nivel celular. Para que esta actividad funcional se lleve a cabo, debe existir una ventilación pulmonar normal, con cantidad suficiente de oxígeno del medio externo y saturar en forma convenientemente la hemoglobina. (Harrison, 2014).

2.9. La espiración pulmonar de CO_2 equilibra su producción metabólica

Los procesos metabólicos intracelulares dan lugar a una producción continua de CO_2 . Una vez formado, éste se difunde de las células hacia los líquidos intersticiales y a la sangre, la cual lo transporta hasta los

pulmones, donde se difunde a los alveolos y, por último, pasar a la atmósfera; mediante la ventilación pulmonar. Por término medio, la cantidad de CO_2 disuelto normalmente en los líquidos extracelulares es de 1,2 mmol/litro, lo que corresponde a una PCO_2 de 40 mm Hg. Si la producción metabólica de CO_2 aumenta, es probable que también lo haga la PCO_2 del líquido extracelular. Por el contrario, si la producción metabólica desciende, también lo hará la PCO_2 . Cuando aumenta la ventilación pulmonar, el CO_2 es expulsado de los pulmones y la PCO_2 del líquido extracelular baja. Por tanto, los cambios tanto de la ventilación pulmonar como de la velocidad de formación de CO_2 en los tejidos puede modificar la PCO_2 del líquido extracelular (Ampuero, 2005).

2.10. Toxicidad del oxígeno

Este problema aparece cuando se inhalan concentraciones mayores del 60% de oxígeno por periodos mayores de 12 horas, causando irritación pulmonar con congestión y edema, atelectasia por reabsorción, daño del endotelio vascular y hemólisis de los glóbulos rojos. Las lesiones celulares se deben al procesamiento metabólico del propio oxígeno, que produce como resultado final un acúmulo anormal de radicales libres que dañan las membranas celulares, manifestándose clínicamente como síndrome de distres respiratorio agudo (SDRA) y con lesión de numerosos órganos y sistemas (Abindwall, 2012).

2.11. Consecuencias del mal uso del oxígeno

- 1) La fibroplasia retrolental es una consecuencia de la oxigenoterapia; es una afección ocular bilateral, que consiste en la formación de una membrana vascularizada detrás del cristalino, que conduce al desprendimiento de la retina, llegando a producir una amaurosis (ceguera).

- 2) La acidosis se observa en la anoxia de las bronquitis enfisematosas y fibrosas, en las que existe una retención de bióxido de carbono y, se produce una acidosis respiratoria por incremento de dicho gas al administrar el oxígeno.
- 3) Complicaciones nerviosas administrando oxígeno al 100% y a una presión elevada (oxígeno hiperbárico). Se observa sacudidas musculares en labios, párpados, brazos y piernas, mareos, irritabilidad psíquica, a veces alucinaciones, náuseas, vómitos, confusión mental, convulsiones semejantes a la de la epilepsia, seguidas de inconciencia y caída de la presión (Morales y col, 2003).

2.12. Métodos de administración de oxígeno

Existen varios métodos: sonda nasal, tienda de oxígeno, tienda cefálica, máscara. La sonda nasal es sencilla y de primera elección, es poco cómoda en pacientes que respiran por la boca. Suele administrarse a una velocidad de 6 a 8 litros por minuto, logrando una concentración del 50% en el aire inspirado. La tienda de oxígeno es costosa y complicada, igual que la tienda cefálica. La máscara es el único método que permite una concentración elevada de oxígeno en aire inspirado (del 70 al 90%), ya que el 100% es difícil porque los dispositivos no son completamente herméticos. Aunque no es nada cómodo y no debe utilizarse en forma continua más de 2-3 días. La máscara más utilizada es la oro-nasal, que cubre nariz y boca, en contraste con la nasal; posee un dispositivo regulador que permite el mayor o menor paso de aire, de acuerdo con la concentración deseada. Para obtener una concentración del 50% deben administrarse más de 6 litros por minuto. Existen algunas máscaras que proporcionan una oxigenoterapia controlada y fija de oxígeno que fluctúa entre 24 y 35%; tiene la ventaja de proporcionar una concentración fija de oxígeno y se usa sobre todo cuando se requieren concentraciones bajas de este elemento. Está indicada en afecciones pulmonares: Neumonía, embolia pulmonar, infarto, edema agudo del pulmón, Insuficiencia

ventricular izquierda, afecciones bronquio pulmonar obstructivo, bronquitis crónica y enfisema, asma bronquial, con disnea continua. En enfermedades circulatorias, la trombosis coronaria y el infarto del miocardio con congestión y edema pulmonar; debe aplicarse oxígeno al 95%, durante 48 horas en los casos graves, para luego pasar al 50% por sonda nasal. En intoxicaciones con depresión del centro respiratorio, con la consiguiente anoxia anóxica (Lattanzio, 2009).

2.13. Oxigenación en animales de compañía

En el aire atmosférico hay 20% de oxígeno. Conseguir que el aire inspirado contenga un 30, 40, 50, 60 incluso un 80% de oxígeno permite mantener las necesidades celulares en urgencias graves y parada cardio-respiratoria. Se debe mantener la vía aérea permeable y abierta antes del aporte de oxígeno, en parada cardio-respiratoria, neumonías, derrames pleurales, edema pulmonar, shock, etc. Signos de mala perfusión o respiración inadecuada (mucosas cianóticas, pulso débil, taquicardia, alteración del patrón respiratorio, baja saturación arterial de oxígeno (SaO_2 - bajos niveles en el pulsioxímetro-) debemos comenzar a proporcionar un suplemento de oxígeno de forma inmediata. Administración de oxígeno directo vía tubo es un sistema sencillo, no genera estrés y es efectivo para aumentar la concentración de oxígeno del aire inspirado. El flujo de oxígeno debe ser "alto" y se usan flujos de entre 3 y 10 litros/minuto (Ynaraja, 2005).

2.14. Oxigenación. Receptores

En individuos sanos, la hemoglobina presenta una saturación de oxígeno de 90-95% con lo que el aporte de oxígeno a los tejidos es muy superior del que ellos necesitan para vivir, siendo la extracción de oxígeno por los tejidos de un 25% del que transporta la sangre. La sangre aporta a los tejidos una cantidad de oxígeno muy por encima del que se utiliza normalmente (consumo de oxígeno). En efecto, los

tejidos en reposo utilizan sólo unos 5 ml de los 20 ml de oxígeno que hay en cada 100 ml de sangre.

- 1) En condiciones normales el estímulo nervioso que regula el ritmo respiratorio está ligado a la existencia de quimiorreceptores que son sensibles a la concentración de CO_2 , de iones hidrógeno y de oxígeno en el organismo. Los quimiorreceptores están localizados en las grandes arterias del tórax y del cuello, la mayor parte se encuentran en los cuerpos carotídeos y aórtico. Es dudoso que estos quimiorreceptores sean esenciales para la regulación de la respiración en condiciones normales ya que en estas condiciones el ritmo respiratorio depende de la actividad de neuronas situadas en el sistema nervioso central, en el bulbo y la protuberancia, que son sensibles al dióxido de carbono y a la concentración de hidrogeniones, sobre todo.
- 2) La oxigenoterapia es aumentar el aporte de oxígeno a los tejidos utilizando al máximo la capacidad de transporte de la hemoglobina. Para ello, la cantidad de oxígeno en el gas inspirado, debe ser tal que su presión parcial en el alvéolo alcance niveles para saturar completamente la hemoglobina. Es indispensable que el aporte ventilatorio se complemente con una concentración normal de hemoglobina y una conservación del gasto cardíaco y del flujo sanguíneo tisular, disminución del trabajo respiratorio y del trabajo del miocardio, necesaria para mantener una presión arterial de oxígeno definida (Kelly y col., 2008).

2.15. Como conocer el contenido de oxígeno en sangre

El contenido de oxígeno se puede hacer de dos maneras: 1) Utilizando una gasometría que consiste en extraer sangre de la arteria y medir la concentración de oxígeno; 2) La pulsioximetría, que consiste en poner un pequeño aparato sensor en el dedo del paciente que va calculando la saturación de oxígeno en la hemoglobina de los capilares. Es la más utilizada ya que su molestia es mínima para el paciente. En contrapartida la gasometría proporciona más información, porque permite medir otros parámetros importantes de la función cardiorrespiratoria. Habitualmente, varía la cantidad de oxígeno que hay disuelto y combinado en 100 ml de sangre normal (contenido de oxígeno) cuando se modifica la presión parcial de oxígeno. En condiciones normales la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial es de unos 100 mm Hg; en la sangre venosa mixta de unos 40 mm Hg. Cuando aumenta la presión parcial de oxígeno por encima de los valores normales, como con la oxigenoterapia, el contenido de oxígeno aumenta, sobre todo, a expensas del que circula disuelto ya que en la sangre arterial normal la hemoglobina está parcialmente saturada de oxígeno (Nadja, 2011).

2.16. Dispositivos para la administración de oxígeno

2.16.1. Pacientes con respiración espontánea

1) Cánula nasal; 2) Mascarilla simple sin reservorio, 3) OxyArm. Este sistema se coloca en la cabeza del paciente, como el auricular del teléfono, y difunde el oxígeno de manera simultánea sobre la nariz y la boca, a modo de nube de oxígeno; 4) Mascarilla Venturi, suministra una concentración exacta de oxígeno independientemente del patrón respiratorio del paciente, puede producir sensación de confinamiento, calor e irritación de la piel; 5) Cámara hiperbárica (Filley, 2002).

2.16.2. Pacientes con carencia de respiración espontánea

1) Bolsa de resucitación manual; 2) Respirador mecánico. La administración inadecuada de oxígeno, tanto en la modalidad como en la dosis (concentración tiempo) puede ser contraproducente en ciertas enfermedades, en las que puede incluso empeorar su situación, como puede ocurrir en ciertos enfermos respiratorio crónicos, en los que una inhalación excesiva de oxígeno podría determinar una elevación de la concentración del gas en sangre que es capaz de inhibir el estímulo que procede de los receptores sensibles. Esto deprime el ritmo respiratorio incluso en presencia de una concentración elevada de CO₂. A esta situación se la conoce como evento paradójico, en el que un pequeño aumento en la concentración de oxígeno en sangre puede conducir a una parada de la función respiratoria, y se da con mayor frecuencia en enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquitis crónica y/o enfisema (Filley, 2002).

2.16.3. Urgencias respiratorias

Cuando se realiza el triaje de un paciente en el área de emergencias, cualquier paciente con distres respiratorio debe ser priorizado frente a otro. Esta idea debe estar clara en la mente de todo el personal que componga el servicio de emergencia, ya que la transición de una insuficiencia respiratoria a un fallo respiratorio puede ocurrir en minutos, tiempo en el cual debemos ser capaces de estabilizar al paciente. La frecuencia de presentación de este tipo de urgencias varía entre especies. En la especie canina, las causas más frecuentes de consulta debidas a una presentación de distres respiratorio agudo incluyen politraumatismo, enfermedades pulmonares, colapso traqueal, enfermedades de origen cardíaco y síndrome braquiocefálico. Por su parte, en la

especie felina es mucho más frecuente la presentación de cuadros pulmonares (asma felino) y problemas de origen cardiaco. Con un claro conocimiento de las estructuras implicadas en el mecanismo ventilatorio y su dinámica, así como de los patrones respiratorios más frecuentes; podremos realizar una buena aproximación a nuestro paciente (Bosch, 2013).

2.17. Pulsioximetría veterinaria

Es la medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina. Se realiza por medio del pulsioxímetro o saturómetro. El pulsioxímetro es el monitor ideal, automático, continuo. Y audible de la función mecánico cardiopulmonar. Como funciona: Se basa en el hecho de que la hemoglobina oxigenada y la desoxigenada presentan distintos espectros de absorción de la luz roja. Midiendo mediante este proceso la saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y curva de pulso. El pulsioxímetro mide la saturación de oxígeno mediante un transductor con dos piezas, un emisor de luz y un fotodetector, generalmente en forma de pinza. El dispositivo emite luz con dos longitudes de onda de 660 nm (roja) y 940 nm (infrarrojo) que son características respectivamente de la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida. La fuente de luz proveniente de este equipo en particular varía entre 650 nm y 805 nm. El ordenador interno distingue el flujo pulsátil de otras señales más estáticas (como tejidos o señales venosas) centrándose solo con el flujo arterial. La oxihemoglobina, absorbe más el infrarrojo. La hemoglobina reducida absorbe más el rojo. Mediante la comparación de la luz absorbida durante la onda pulsátil con respecto a la absorción basal, se calcula el porcentaje de oxihemoglobina. La mayor parte de la luz es absorbida por el tejido conectivo, piel, hueso y sangre venosa en una cantidad constante, produciéndose un pequeño incremento de esta absorción en la sangre arterial con cada latido.

Reconociendo este como una señal medible mediante el aparato (Bracamonte, 2010).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente estudio se realizó en la ciudad de Cajamarca, la zona de Cruz Blanca y la zona de Huambocancha; de la provincia de Cajamarca.

Datos Geográficos y Meteorológicos (*), Cajamarca se encuentra ubicada a una altitud de 2750 msnm, con una temperatura máxima de 21°C y una mínima de 9°C, teniendo una humedad relativa promedio anual de 75%, con una precipitación pluvial promedio de 558 mm y una insolación promedio anual de 3-6 horas/día.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

100 gatos de diferente edad y sexo

3.2.2. Equipos

) Pulsioxímetro digital eléctrico

) Termómetro

) Estetoscopio

3.2.3. Materiales de trabajo

) Guantes de latex

) Libreta de historia clínica

) Fichas personales

3.2.4. Materiales de aseo personal

) Jabón

) Toalla

) Mandil

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Selección de los gatos

Se seleccionaron 100 gatos de diferente edad y sexo.

3.3.2. Lugar de trabajo:

El presente trabajo se realizó en tres zonas diferentes de la provincia de Cajamarca: en la ciudad de Cajamarca, Zona de Cruz Blanca y Zona de Huambocancha.

3.3.3. Determinación de los valores de saturación

-) Primeramente, se limpió el pulsioxímetro con paño húmedo con agua limpia, desinfección con alcohol (70%).
-) Se preparó al gato antes de tomar la prueba brindándole muestras afectivas para tranquilizarlo de manera que ofrezca calma durante los minutos que dura la determinación.
-) Antes del análisis, al gato se colocó en una mesa pequeña de cúbito lateral, o en todo caso, se solicitó al dueño que sostengan al gato para facilitar el examen.
-) No se usó tranquilizantes, menos anestésicos.
-) Posteriormente, instalado el pulsioxímetro, se colocó en el pabellón auricular del gato.
-) Pasado dos minutos, se lleva a cabo el registro del porcentaje de saturación de la hemoglobina por el oxígeno.

3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados obtenidos fueron analizados aplicando estadística descriptiva con diseño completamente al azar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 1. Valores de saturación de la Hemoglobina por el Oxígeno, mediante pulsioximetría en gatos (*Felis silvestris catus*), Cajamarca - 2016.

N° de Gatos	Promedio (%)	Rango	Mínimo (%)	Máximo (%)
100	92,70±3,38	15	84	99

Tabla 2. Valores de saturación de la Hemoglobina por el Oxígeno, mediante pulsioximetría en gatos (*Felis silvestris catus*), en tres zonas de Cajamarca - 2016.

Zonas	Número de casos	Altitud (msnm)	Valores de Saturación de la hemoglobina por el Oxígeno (%)		Promedio (%)
			Mínimo	Máximo	
CAJAMARCA	40	2750	87	99	93.8
CRUZ BLANCA	30	2800	85	97	92.47
HUAMBOCANCHA	30	2900	84	97	91.67
PROMEDIO GENERAL					92.65 ±3,38

Tabla 3. Valores de saturación de la Hemoglobina por el Oxígeno en función a la altitud en las diferentes zonas de Cajamarca.

Lugar	Altura	N°	Media(%)	Mínimo(%)	Máximo(%)
Cajamarca	2750	40	93,75±2,97 a	87	99
Cruz Blanca	2800	30	92,57±3,20 ab	85	97
Huambocancha	2900	30	91,43±3,70 b	84	97
Total	100	100	92,7±3,38	84	99

Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0,05$ - Tukey)

Como se puede observar, los valores de saturación de hemoglobina por el oxígeno son similares entre Cajamarca y Cruz blanca, siendo mayor la saturación en Cajamarca respecto a la de Huambocancha.

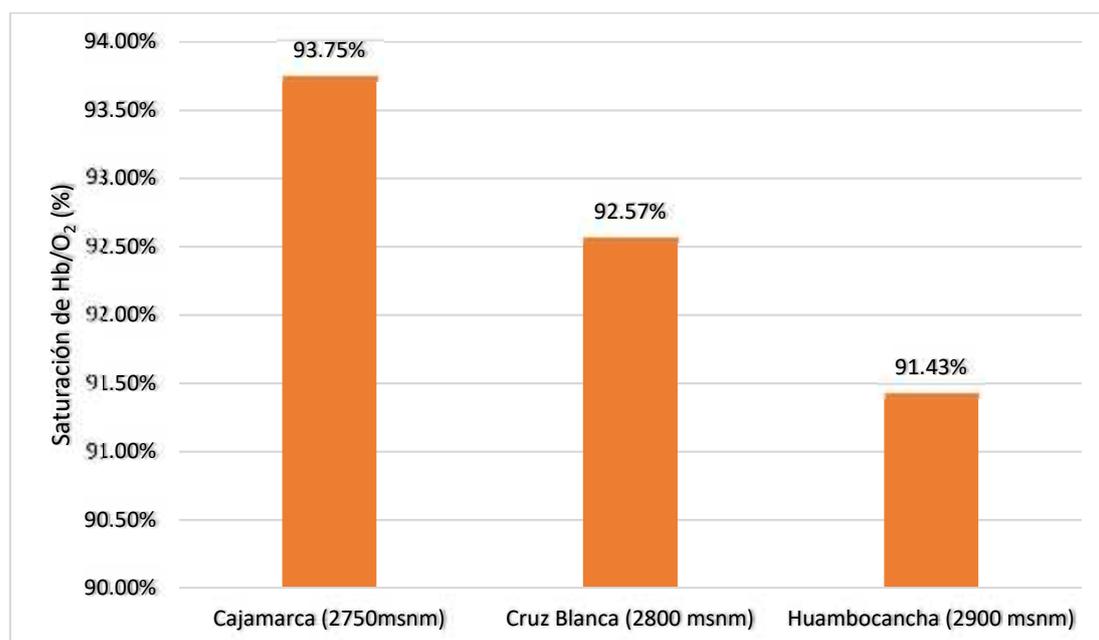


Figura 1. Valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en función a la altitud en las diferentes zonas de Cajamarca.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los valores de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, en función de la altitud, medidos mediante pulsioximetría y mostrados en la Tabla 2 y Figura 1, pertenecen a valores evaluados en gatos de diferente sexo y edad, correspondientes a tres zonas de la ciudad de Cajamarca (con diferente altitud), donde la Zona de Cajamarca (2750 msnm), se evaluaron 40 gatos, registrando un valor mínimo de 87% y un máximo de 99% de saturación (promedio 93,8%), siendo mayores ($P < 0,05$) a los registrados en la zona de Huambocancha (2900 msnm, en la cual, con 30 gatos evaluados, se determinó un valor de saturación mínimo de 84% y un máximo de 97% (promedio 91,67%). En la Zona Cruz Blanca (2800 msnm), de 30 gatos estudiados, con un valor mínimo de 85% y un máximo de 97% de saturación (promedio 92,47%) fueron similares a los grupos anteriores. Los valores encontrados en el presente trabajo coinciden con los que reporta Kelly y col. (2008) en el sentido de que, en individuos sanos la hemoglobina presenta una saturación de oxígeno de 90-95%, con lo que el aporte de oxígeno a los tejidos es muy superior del que ellos necesitan para vivir. Así mismo, en nuestros resultados mostramos que en zonas de mayor altitud, existe un porcentaje menor de saturación de oxígeno. Cruz Blanca 2800 msnm, 92,47% de saturación; Huambocancha 2900 msnm, 91,67% de saturación, comparados con los valores de la ciudad de Cajamarca a 2750 msnm, con 93,8% de saturación. Esto debido a que la tierra está rodeada por la atmósfera constituida por aire, y la fuerza que ejerce este aire sobre la superficie terrestre determina el ambiente de altura (Suarez, 2010) y regula la presión parcial de los gases, tanto en el medio ambiente como a nivel alveolar. La presión barométrica a nivel del mar es de 760 mmHg y va disminuyendo conforme aumenta la altura, al igual que la presión parcial de sus componentes (O_2 , N_2 , CO_2 , etc.) (Agusti *et al.*, 2003). Esto, disminuye el

porcentaje de SatO₂, desarrolla hipoxia, y consecuentemente se producen diversas variaciones fisiológicas (Suarez, 2010).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. La saturación de la hemoglobina por el oxígeno, en gatos (*Felis silvestris catus*) de Cajamarca, utilizando la pulsioximetría, alcanza un promedio de $92,7\% \pm 3,38\%$. Encontrándose dentro de los parámetros reportados como normales, en individuos sanos (90-95%).
2. La saturación de la hemoglobina por el oxígeno, en gatos (*Felis silvestris catus*) de diferentes zonas de Cajamarca, guarda una relación inversamente proporcional a la altitud.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abindwall, P. 2012. Ventilación artificial en el perro y el gato y fundamento terapéutico de la oxigenoterapia. SEGUNDA Edición. Editorial ELSEVIER. Madrid. España. (Disponible) <file:///C:/Users/ussers/Desktop/monografía%20oxígeno.pdf>
2. Agusti A. & et al. 2003. Hypotesis: does COPD have an autoimmune component. Thorax.
3. Ampuero, R.G. 2005. Fundamentos y utilidad de la oxigenoterapia en cirugía general. Resumen Científico Anual. Barcelona España. (Internet) (Disponible) <http://www.cirugest.com/revista/2005-06-02/2005-06-02.html>
4. Bancks. 1996. Histología Veterinaria Aplicada. Segunda Edición. Editorial Manual Moderno México. p. p. 480. (Disponible) <http://ciartsbijengronen.nl/histología-veterinaria-aplicada-Bancks.htm>
5. Bosch, L. 2013. Manejo Urgencias Respiratorias. Server de emergencias i cres intenives. Fundación Hospitalaria Clínica Veterinaria AVEPA-COVIB Ibiza. (Disponible) http://www.avepa.org/pdf/Vocalias/Manejo_urgencias_Respiratorias_Ibiza2013.pdf
6. Bracamonte, F. 2010. Pulsioximetría Veterinaria. Variabilidad de oxígeno en la inspiración. Concentración. Resumen Oxigenoterapia.
7. Cutts, J. Harry. 2000. Histología. Editorial: Médica Panamericana <http://www.libreroonline.com/argentina/libros/127418/krause-william-j-cutts-j-harry/histologia.html>

8. Desola, J. 1999. Bases y fundamentos terapéuticos de la oxigenoterapia. Oxigenoterapia en Patología infecciosa. Revisión y puesta al día. Publicado en Revista de Microbiología Clínica y Enfermedades Infecciosas. Barcelona. España. (Disponible) <http://es.slideshare.net/nelu36v/pulsioximetria-veterinaria>
9. Filley, G. 2002. Insuficiencia pulmonar y fallo respiratorio. Oxigenoterapia. Enciclopedia médica. Congreso Latinoamericano Barcelona España. 2002. (Disponible) http://cirugiaveterinaria.unizar.es/inicio/Trabajos/Termas-_anestesia/VENTILAC.PDF
10. García, G.A. 2008. Semiología Veterinaria. Segunda Edición. Editorial Médica Celsus. Buenos Aires Argentina p.p. 451. (Disponible) <http://www.celsus.com.co/pagina/libro.php?ID=5352>
11. Guyton & Hall. 2011. Tratado de Fisiología Médica. Doceava Edición. Editorial, S.A. ELSEVIER Barcelona. España. p.p. 1112. (Disponible) <HTTP://WWW.CASADELLIBRO.COM/LIBRO-GUYTON--HALL-TRATADO-DE-FISIOLOGIA-MEDICA-12-ED/9788480868198/1851753>
12. Harrison. 1994. Principios de Medicina Interna. Dieciochoava Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid España. p, p. 1435. (Disponible) <http://mcgraw-hill.com.mx/harrison.pdf>
13. Hib, M. 2001. Histología. Primera Edición. Editorial El Ateneo. Madrid España. p.p. 427. (Disponible) <http://www.laleo.com/histologia-de-di-fiore-texto-atlas-p-8168.html>
14. Junqueira. M. 2006. Histología. Sexta Edición. Editorial: Masson ISBN: 978844581462. Páginas: 640. (Disponible) <http://www.laleo.com/histologia-basica-texto-atlas-p-779.html?osCsid=v710j74ingu377bchnng3iur93>
15. Lattanzio, L. 2009. Variability of inspired oxygen concentration with nasal cannulas. Urgencias y Emergencias médicas y quirúrgicas. Oxigenoterapia en caninos y felinos. (Disponible) <http://www.seleccionesveterinarias.com/.../104>

16. Morales, G., Martínez, D., Torralba, J.A., Moreno, A., Aguayo J.L. 2003. Fundamentos y utilidad de la oxigenoterapia en cirugía general. Resumen Científico. Argentina. (Disponible)
<http://www.cirugest.com/revista/2003-06-02/2003-06-02.html>
17. Nadja, S. 2011. Evaluation of respiratory parameters at presentation as clinical indicators of the respiratory localization in dogs and cats with respiratory distress. JVECC 21 (1) 2011 p. p 13-23. (Disponible)
www.ucm.es/info/secivema/.../PRACT-ANESTESIA.../01-practicas-guionpeq-NR.pdf
18. Sisson y Grossman. 1999. Anatomía de los Animales Domésticos. Quinta Edición. Editorial SALVAT EDITORES S. A. Barcelona España.
Pp.2203.(Disponible).http://books.google.com.p./books/tratado_d_Anatomía_Animales_Domésticos.
19. Silverstein, D. 2006. Small animal emergency and critical care medicine. Resumen científico. Oxigenoterapia. (Disponible)
<http://www.aibarra.org/Guias/3-26.htm>
20. Suarez, B.E. (2010). Fisiología del habitante de altura. Recuperado el 10.03.2015, de Universidad Nacional del Centro Del Perú.
21. Ynaraja, E. 2005. Oxigenoterapia en animales de compañía. Servicios Veterinarios Albéitar. Vall de Uixó-Castellón. (Disponible) [eynaraja @ cardiovet.es](mailto:eynaraja@cardiovet.es)

1

) **TESTIMONIOS FOTOGRÁFICOS QUE MUESTRAN LOS LUGARES DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO**



Fig. 1. Pulsioxímetro Digital Eléctrico, con sensor de captación de impulsos y pantalla o monitor.



Fig. 2. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno (mínima 87%) en gatos de la ciudad de Cajamarca, 2,750 msnm.

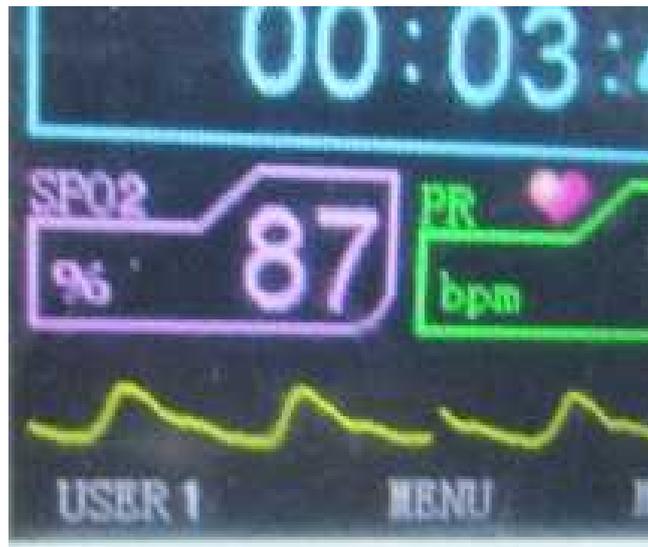


Fig. 3. Pantalla del monitor mostrando el valor mínimo (87%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, en la ciudad de Cajamarca.

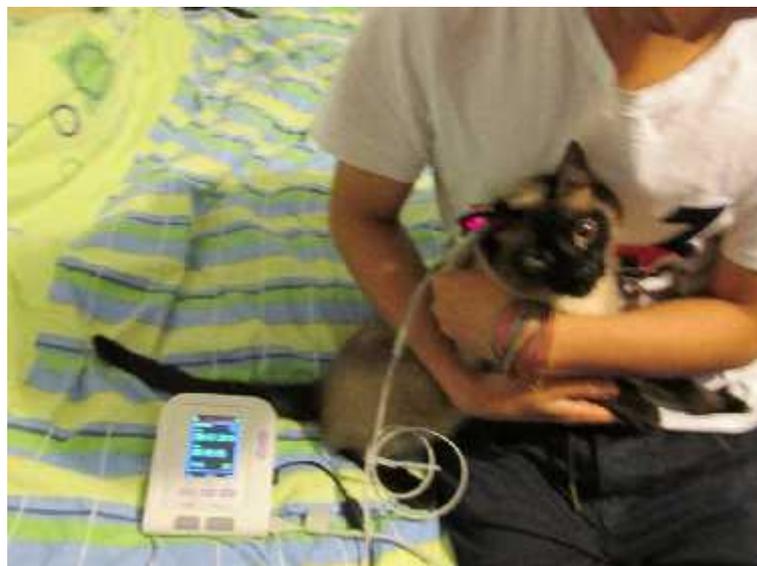


Fig. 4. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno (Máxima 99%) en gatos de la ciudad de Cajamarca, 2,750 msnm.



Fig. 5. Pantalla del monitor mostrando el valor máximo (99%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en la ciudad de Cajamarca.



Fig. 6. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en gatos de la Zona Cruz Blanca (Mínima 85%), 3.5 kilómetros de la ciudad de Cajamarca, 2,800 msnm.



Fig. 7. Pantalla del monitor mostrando el valor mínimo (85%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, zona de Cruz Blanca.



Fig. 8. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en gatos de la Zona de Cruz Blanca (Máxima 97%), 3.5 kilómetros de la ciudad de Cajamarca, 2,800 msnm.



Fig. 9. Pantalla del monitor mostrando el valor máximo (97%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, zona de Cruz Blanca.



Fig. 10. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en gatos de la Zona de Huambocancha (Mínima 84%), 8 kilómetros de la ciudad de Cajamarca, 2900 msnm.



Fig. 11. Pantalla del monitor mostrando el valor mínimo (84%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, zona de Huambocancha.

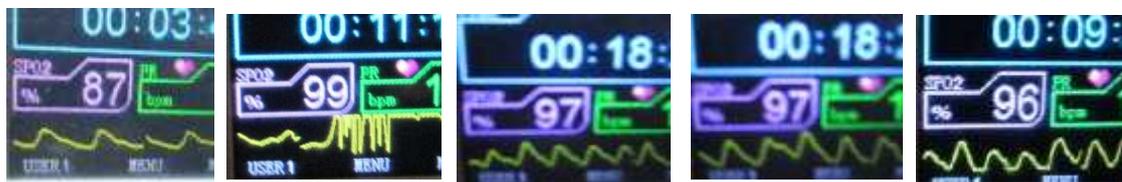


Fig. 12. Toma de muestras de saturación de la hemoglobina por el oxígeno en gatos de la Zona de Huambocancha (Máxima 97%), 8 kilómetros de la ciudad de Cajamarca, 2900 msnm.



Fig. 13. Pantalla del monitor mostrando el valor mínimo (97%) de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, zona de Huambocancha.

J) VALORES DE SATURACIÓN DE OXÍGENO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA



1

2

3

4

5



6

7

8

9

10



11

12

13

14

15



16

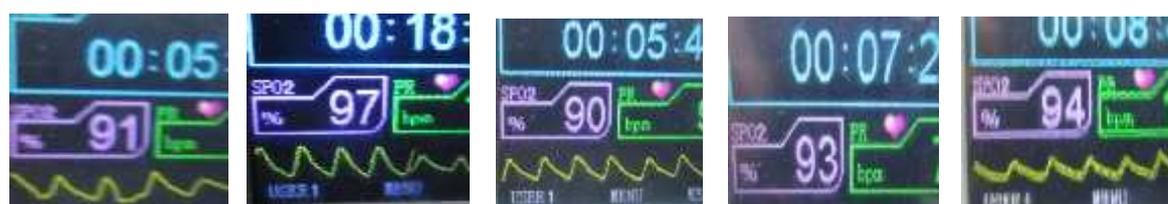
17

18

..

19

20



21

22

23

24

25



26



27



28



29



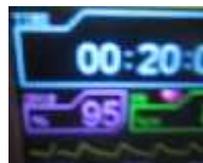
30



31



32



33



34



35



36



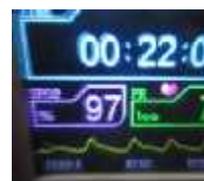
37



38



39



40

VALORES DE SATURACIÓN DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO EN LA ZONA CRUZ BLANCA -CAJAMARCA



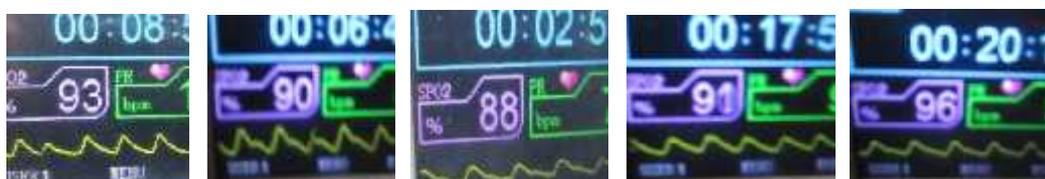
41

42

43

44

45



46

47

48

49

50



51

52

53

54

55



56

57

58

59

60



61



62



63



64



65



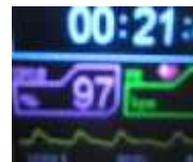
66



67



68



69



70

VALORES DE SATURACIÓN DE LA HEMOGLOBINA POR EL OXÍGENO EN LA ZONA DE HUAMBOCANCHA - CAJAMARCA



71

72

73

74

75



76

77

78

79

80



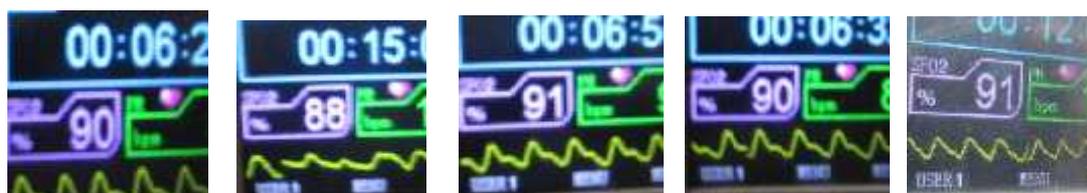
81

82

83

84

85



86

87

88

89

90



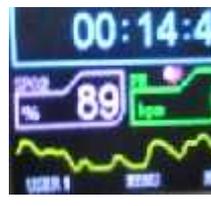
91



92



93



94



95



96



97



98



99



100