

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA  
CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



---

---

**PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y CLÍNICOS, DURANTE LA  
ANESTÉSIA DISOCIATIVA Y BAJO MANTENIMIENTO CON  
FENTANILO, LIDOCAINA Y KETAMINA (FLK), EN CIRUGÍA  
ABDOMINAL DE ALPACAS (*Vicugna pacos*)**

---

---

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
MÉDICO VETERINARIO

TESISTA:

TRUJILLO RODRIGUEZ, LEONEL ARNOLD

ASESOR:

DR. GOICOCHEA VARGAS, JOSE FRANCISCO

HUÁNUCO – PERÚ

2018

## I. INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos particularmente la alpaca (*Vicugna pacos*), es una especie que presenta ciertas características anatómicas y fisiológicas particulares con respecto a otras especies domésticas, siendo motivo de investigaciones frecuentes. Sin embargo, uno de los mayores problemas que debe enfrentar el investigador cuando realiza procedimientos quirúrgicos en esta especie, es no contar con estrategias analgésicas y anestésicas seguras que garantice mantener de manera equilibrada durante el momento quirúrgico estabilidad de los parámetros fisiológicos y control de la algesia, puesto que la mayoría de la información disponible sobre el empleo la anestesia intravenosa total (TIVA) en esta especie es escasa o poco detallada.

Es por ello, que el presente estudio pretendió ensayar una estrategia analgésica y anestésica con Xilacina-Ketamina y bajo control de la algesia en el intraoperatorio con infusión continua de FLK (Fentanilo, Lidocaína y Ketamina) y permitir realizar una cirugía abdominal cumpliendo objetivos de una anestesia intravenosa balanceada, es decir contrarrestando los efectos depresores cardiovasculares y respiratorios propios de los fármacos empleados con este fin y acompañada de pérdida de la motricidad y conciencia, relajación muscular adecuada y bajo analgesia segura durante todo el momento quirúrgico,



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE ANESTESIOLOGÍA EN CAMÉLIDOS

#### SUDAMERICANOS.

##### 2.1.1. Introducción

El estudio realizado en Anestesia total intravenosa de la combinación xilacina, ketamina y fentanilo para canulación del primer compartimiento en alpacas. Con la finalidad de evaluar la respuesta clínica de las alpacas sometidas a un protocolo anestésico total intravenoso en base a la combinación xilacina, ketamina y fentanilo para canulación del primer compartimiento en alpacas, se determinaron variables fisiológicas, anestesiológicas y monitoreo anestésico. Se utilizaron 5 alpacas adultas clínicamente sanas a las que se administró 0.2 mg /kg de xilacina, 5 mg/kg de ketamina en bolos repetidos y 0,5 microgramos /kg/hora de fentanilo por infusión a ritmo constante. Las variables y el monitoreo anestésico se midieron cada 5 y 10 minutos. Las medias y desviación estándar para la frecuencia cardiaca fueron  $55.74 \pm 5.57$  latidos por minuto. Frecuencia respiratoria de  $10.31 \pm 0.91$  ciclos por minuto, frecuencia de pulso  $60.00 \pm 5.22$  pulsaciones por minuto y saturación de oxígeno  $91.47 \pm 5.63$  % con variaciones durante todo el periodo de anestésico. La presión arterial sistólica, diastólica y media fueron  $146.40 \pm 14.86$ ,  $85.70 \pm 6.90$  y  $108.50 \pm 7.53$  mmHg respectivamente.

El tiempo de inducción fue de  $55.0 \pm 8.7$  segundos, el tiempo de latencia  $79.0 \pm 4.2$  min y el tiempo de recuperación  $11.0 \pm 4.0$ /min. Las alpacas estuvieron en un plano anestésico superficial a quirúrgico con disminución de las respuestas motoras, cardiovascular y respiratoria dosis dependiente, el tono muscular fue moderado y el reflejo palpebral permanente. La respuesta del protocolo fue moderada y la analgesia aceptable. La fistulación por compartimentotomía diferida y canulación del primer compartimiento con una cánula de material de polipropileno fue biocompatible y viable (Espezúa y col 2015).

Otro estudio realizado fue la Sedación, inmovilización y anestesia con Xilacina-Ketamina en vicuña (*Vicugna vicugna*). Entre las alternativas de utilización racional de la vicuña, una de las especies silvestres de camélidos sudamericanos -hoy fuera de peligro de extinción en el altiplano de la I Región de Chile, está el aprovechamiento de su fina fibra proveniente de ejemplares vivos, para lo cual es necesario perfeccionar las técnicas de inmovilización y captura de los animales. Se evaluó un método químico de inmovilización en base a clorhidrato de xilacina y clorhidrato de ketamina, con el fin de determinar las dosis de asociación adecuadas para la especie, las características de sedación y/o anestesia de las drogas y los tiempos de inducción, inmovilización y recuperación. Se emplearon 14 vicuñas machos adultos, clínicamente sanos, en confinamiento en el Parque Nacional Lauca, a 4.400 m.s.n.m., sometidas a 2 protocolos anestésicos: Tratamiento A-1 1mg/kg de peso corporal con 5 mg/kg de peso corporal vía E. V. y tratamiento B-1 1,5 mg/kg/peso corporal con 7,5 mg/kg de peso corporal vía I.M. de xilacina y ketamina, respectivamente. Un

alto porcentaje de los animales 85,7% y 80,0% presentó adecuada sedación, relajación muscular y analgesia, registrándose los siguientes valores promedio para el período de inducción: 1,3 min y 7,4 min, de inmovilización: 14,2 min y 19,2 min y de recuperación: 35,5 min y 40,5 min, con tratamiento A y B, respectivamente. Tanto la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria como la temperatura corporal se mantuvieron estables, observándose cambios temporales no estadísticamente significativos. Estos resultados muestran que la combinación de xilacina-ketamina en las dosis empleadas, son suficientes para ser utilizadas en procedimientos de manejo y/o quirúrgicos menores, apareciendo como un protocolo anestésico aceptable y seguro. Más, su aplicabilidad en captura aún debe demostrarse. (Urquieta y col 2010).

## **2.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.**

### **2.2.1. TIVA.**

La TIVA (acrónimo de Total Intravenous Anesthesia,) nombre en inglés con la que se conoce mundialmente tiene una serie de ventajas con respecto a la anestesia convencional inhalatoria total o con inducción endovenosa. La inducción es suave; se producen menos náuseas y vómitos en el post operatorio; la recuperación puede ser más rápida y agradable, dependiendo de los agentes usados; no se han comunicado daños a órganos nobles como ocurrió con los inhalatorios (daño hepático con el halotano y renal con el metoxifluorano); produce condiciones ideales en neurocirugía; permite un control

predecible de la profundidad anestésica; evita la polución anestésica dentro de los quirófanos con sus conflictivas consecuencias: mutagenicidad, teratogénesis, carcinogénesis y toxicidad.

Algunas desventajas también pueden anotarse: pueden presentar flebitis y trombosis venosa; en el caso del Propofol, el vehículo es una emulsión del aceite de soya deslecitinizada, fosfatidos de huevo y glicerol que en infusiones prolongadas puede llevar a concentraciones altas de triglicéridos en plasma, retardo en el despertar, depresión respiratoria y miocárdicas; además puede ser un excelente caldo de cultivo que favorezca las infecciones; sino se maneja con extrema esterilidad. (Antonio y col 1990).

### **2.2.2. (FLK) fentanilo, lidocaína y ketamina.**

Entre los fármacos utilizados para relajar y sedar, como premedicación anestésica, está la xilacina (clorhidrato de 2(2,6-dimetilfenilamina)-4H-5 ,6-dihidro-1, 3-tiazina), asociada o no a otros que agregan un efecto anestésico. Generalmente su asociación con ketamina (clorhidrato de 2-(0-clorofenil)-2(metilamino) –ciclohexanona), logra este objetivo final. La xilacina, fármaco sedante, analgésico y miorelajante, actúa a través de la inhibición de la transmisión del impulso nervioso por bloqueo sináptico. Es antagonizada por yohimbina, droga que bloquearía los efectos señalados a nivel de los alfa adrenoceptores periféricos.

La ketamina produce depresión del sistema tálamo-cortical, junto con activación del sistema límbico (Kumar y col 1976); mantiene una analgesia profunda y

sueño superficial, durante el cual el paciente se encuentra desconectado de su medio ambiente (anestésico disociativo). (Beck 1976; Thurmon y Benson 1987). Sus efectos farmacológicos pueden antagonizarse por la administración de 1-anfetamina y yohimbina (McKelvey y Simpson 1985; Riebold y col 1986). La anestesia inducida por ketamina no corresponde a los estados tradicionales de anestesia descritos para éter, debido a que varios reflejos normales quedan intactos: palpebral, laríngeo y faríngeo (Beck 1976; Kumar y col 1976).

Se utiliza comúnmente en combinación con otros agentes anestésicos; su empleo con relajantes de la musculatura esquelética proporciona anestesia adecuada para cirugías abdominales y torácicas (Booth y McDonald 1988).

(Davis 1980 y 1984; Greene y Thurmon 1988). Su efecto es dependiente de la especie, dosis y de la vía de administración, presentando un amplio índice terapéutico. La dosis letal (D.L.)<sub>50</sub> es seis veces superior a la indicada para la mayoría de los casos (Booth y McDonald 1988).

Los animales domésticos más sensibles a la acción de la xilacina son los rumiantes; en el bovino, los niveles del fármaco que producen profunda sedación y analgesia son 1/10 de los requeridos para producir estos mismos efectos en el caballo, perro y gato (Davis 1980). Este fármaco ha sido administrado, con relativa seguridad, en rumiantes domésticos (Custer y col, 1977; Peshin y col 1980) y en rumiantes salvajes (Shmidl 1974; Roughton 1975). Para una sedación óptima se debe evitar la estimulación externa durante la etapa de inducción (Davis 1980). La analgesia se presenta sólo en animales con profunda sedación, por lo que se necesita un anestésico local o general,

como complemento, para prevenir movimientos en respuestas a estímulos nociceptivos.

La xilacina potencia fuertemente los efectos de otros tranquilizantes, sedantes catalépticos y anestésicos disociativos, pudiendo ser usada con precaución en asociación con estas drogas (Greene y Thurmon 1988). En combinación con fenciclidina, etorfina, diazepam y otros tranquilizantes fenotiazínicos, ha sido usada exitosamente en captura e inmovilización de animales salvajes (Davis 1980). La premedicación anestésica con xilacina es efectiva y previene la hipertonia muscular, cuando se asocia con clorhidrato de ketamina (Allert y Adams 1987).

La administración asociada de xilacina y ketamina induce una analgesia más profunda y un mayor grado de relajación muscular, además de evitar regurgitación e inhalación de contenido ruminal, al mantener la ketamina el reflejo de deglución. Ha sido usada en la inmovilización de una amplia variedad de especies mamíferas domésticas y silvestres; sin embargo, su empleo en camélidos sudamericanos es relativamente reciente (Riebold y col 1986; Gavier y col 1988).

### **2.2.3. Xilacina.**

Es un derivado tiacínico con capacidad analgésica, sedante y relajante muscular (Paddle Ford 1999). Su ratio de especificidad  $\alpha$ -2/ $\alpha$ -1 es 160/1. Fue el primer agonista  $\alpha$ -2 utilizado en veterinaria como sedante y analgésico. Se sintetizó en Alemania en 1962 con el fin de ser utilizado como antihipertensivo en humanos,

pero se descubrió que presentaba un gran poder sedante en animales. Inicialmente se utilizó como sedante para el ganado y otros rumiantes en Europa. En los años 70, distintos artículos describieron su utilidad como coadyuvante anestésico (Clarke y Hall 1969; Amend y col 1972; Hoffman 1974). Estos trabajos reflejaban la efectividad de la xilacina en la eliminación de la hipertonicidad muscular en perros y gatos tras la administración de ketamina (Amend y col 1972; Yate 1973), así como una rápida sedación, analgesia y relajación muscular tras su administración endovenosa en rumiantes y équidos (Kerr y col 1972a; Kerr y col 1972b; McCashin y Gabel 1975). Fue también evidente la necesidad de variar la dosis en función de la especie, para conseguir el mismo grado de sedación y analgesia. Las propiedades de la xilacina no fueron atribuidas a una estimulación central de los adrenorreceptores  $\alpha$ -2 hasta 1981 (Hsu 1981). La xilacina debe ser administrada con precaución en pacientes con alteraciones cardíacas, hipovolemia, disfunciones respiratorias, insuficiencia renal o hepática, desórdenes convulsivos o debilitados. Como los agonistas  $\alpha$ -2 pueden aumentar la motilidad uterina su administración en hembras gestantes es controvertida. Aparece también una depresión de los mecanismos termorreguladores, por lo que en función de la temperatura ambiental el paciente puede desarrollar tanto hipotermias como hipertermias. Un incremento en la dosis no suele acompañarse de un aumento de los niveles de sedación, aunque sí prolonga la duración de sus efectos, que en general se sitúan en torno a los 20-30 minutos (Lukasik 1999).

#### **2.2.4. Ketamina.**

La ketamina es una droga disociativa con potencial alucinógeno, derivada de la fenciclidina, utilizada original y actualmente en medicina por sus propiedades sedantes, analgésicas y, sobre todo, anestésicas. Fue sintetizada en 1962 por Calvin Stevens y usada por primera vez en la práctica clínica por (Corsen y Domino 1965). La ketamina es utilizada en humanos y también en medicina veterinaria

La ketamina parece deprimir selectivamente la función normal de asociación del cortex y tálamo, mientras aumenta la actividad del sistema límbico. Se sugiere un mecanismo que involucra a los receptores opiáceos por la reversión de los efectos de la ketamina por la naloxona. También pueden estar involucrados los receptores de la serotonina, noradrenalina, y muscarínicos de la acetilcolina.

Las ciclohexaminas inducen un estado de “inmovilidad cataléptica”, conocida como anestesia disociativa, la cual se caracteriza por analgesia marcada, presencia de temores y movimientos espontáneos (lengua serpentina, por ejemplo), midriasis con ojos abiertos y retención de reflejos como el laríngeo, palpebral y corneal (McKenzie 1993; Botana y col 2002).

Las ciclohexaminas disponibles para uso veterinario son fenciclidina, ketamina, tiletamina, todas ellas ampliamente usadas en varias especies de mamíferos, aves y reptiles, generalmente en combinación con agentes sedativos para disminuir sus efectos catalépticos y proconvulsivantes (McKenzie 1993; Kreeger 2002).

La ketamina es probablemente la droga más utilizada para la inmovilización de animales silvestres, desde reptiles a grandes ungulados, dada su eficacia y alto índice terapéutico (Kreeger 2002). Dentro de sus ventajas se encuentra su efecto estimulante cardiovascular, el que se explica mediante el aumento del gasto cardíaco, presión venosa central y frecuencia cardíaca. Además, no deprime el sistema respiratorio y proporciona buena analgesia periférica (Botana y col 2002). Al ser administrada parenteralmente se logra la inmovilización en 5 a 10 minutos dependiendo de la especie y dosis utilizada, sin embargo, su inyección IM es dolorosa debido al bajo pH de la solución (McKenzie 1993). La dosis recomendada de ketamina varía de 2 a 50 mg/Kg, siendo menor al ser utilizada en combinación con otras drogas (McKenzie 1993).

(Jalanka y Roeken 1990) utilizaron una dosis de 2 mg/Kg en combinación con medetomidina (0,1 mg/Kg), logrando la correcta inmovilización de guanacos en cautiverio. Esta dosis fue ratificada por (Venegas 2006) para guanacos silvestres de vida libre.

#### **2.2.5. Lidocaína.**

La lidocaína es un anestésico local muy utilizado también como antiarrítmico. Se clasifica como un antiarrítmico Ib, un grupo que incluye la mexiletina, la tocainida y la fenitoína. Administrada por vía parenteral, la lidocaína es un agente antiarrítmico utilizado para el tratamiento de las arritmias ventriculares agudas que amenazan la vida. Aunque la lidocaína ha sido históricamente utilizada como un agente antiarrítmico de primera línea para las arritmias

ventriculares, la lidocaína ahora se considera una segunda opción por detrás de otros agentes alternativos como la amiodarona. La lidocaína ha demostrado ser ineficaz para la profilaxis de arritmias en pacientes post-infarto de miocardio.

La lidocaína es un anestésico local tipo amida y se utiliza en forma de pomada, gel, parche, o en aerosol para uso tópico, como una solución oral, y como una inyección para la anestesia local. La lidocaína se ha utilizado como un anestésico local 1948, pero no fue hasta 1962 que el fármaco fue utilizado por primera vez para tratar la taquicardia ventricular o fibrilación ventricular. (Soriano y col 2010).

Los efectos antiarrítmicos de lidocaína son el resultado de su capacidad para inhibir la entrada de sodio a través de los canales rápidos de la membrana celular del miocardio, lo que aumenta el período de recuperación después de la repolarización. La lidocaína suprime el automatismo y disminuye el periodo refractario efectivo y la duración del potencial de acción en el sistema His-Purkinje en concentraciones que no inhiben el automatismo del nodo sinoauricular. El fármaco suprime despolarizaciones espontáneas en los ventrículos por inhibición mecanismos de reentrada, y parece actuar preferentemente sobre el tejido isquémico.

La lidocaína acorta el período refractario, a diferencia de la procainamida, que se alarga, y no posee propiedades vagolíticas. La lidocaína produce sus efectos anestésicos mediante el bloqueo reversible de la conducción nerviosa al disminuir la permeabilidad de la membrana del nervio al sodio, al igual que afecta a la permeabilidad de sodio en las células del miocardio. Esta acción

disminuye la tasa de despolarización de la membrana, lo que aumenta el umbral para la excitabilidad eléctrica. El bloqueo afecta a todas las fibras nerviosas en el siguiente orden: autonómicas, sensoriales y motoras, con la disminución de los efectos en el orden inverso. La pérdida de la función nerviosa clínicamente es la siguiente: el dolor, la temperatura, el tacto, la propiocepción y el tono del músculo esquelético. Es necesaria una penetración directa en membrana nerviosa para la anestesia efectiva, lo que se consigue mediante la aplicación tópica o la inyección por vía subcutánea, intradérmica, o submucosa alrededor de los troncos nerviosos o ganglios que abastecen el área a ser anestesiada.

#### **2.2.6. Fentanilo.**

El fentanilo es un potente agonista opiáceo sintético. El fentanilo es un derivado de la fenilpiperidina y es estructuralmente similar a la meperidina, alfentanilo, y sufentanilo. El fentanilo es muy soluble en lípidos. Una dosis de 100 mg de fentanilo es aproximadamente equipotente a 10 mg de morfina. Su duración de acción y su semi-vida es más corta que la morfina o la meperidina. El fentanilo se utiliza para ayudar a la inducción y mantenimiento de anestesia general y para complementar la analgesia regional y la médular. El fentanilo se prefiere a la morfina en la anestesia debido a su capacidad para atenuar las respuestas hemodinámicas y mantener la estabilidad cardíaca. Puede administrarse solo o en combinación con droperidol (Innovar ®), anestésicos inhalados, anestésicos locales tales como bupivacaína, o benzodiazepinas.

El fentanilo transdérmico está indicado para el tratamiento del dolor crónico en pacientes que requieren analgesia opioide. El fentanilo también está disponible en dos preparaciones transmucosa.

De la misma manera que la morfina, el fentanilo es un fuerte agonista de los receptores opiáceos  $\mu$  y kappa. Los receptores de opiáceos están acoplados con una G-proteína (proteína de unión a nucleótidos receptores de guanina) y funcionan como moduladores, tanto positivos como negativos, de la transmisión sináptica a través de proteínas G que activan proteínas efectoras. Los sistemas-proteína G de opioides incluyen ciclasa adenilato-monofosfato de adenosina cíclico (AMPC) y fosfolipasa3 C (PLC)-inositol 1,4,5 trifosfato [Ins (1,4,5) P3]-Ca<sup>2+</sup>]. Los opiáceos no alteran el umbral de dolor de las terminaciones nerviosas aferentes a estímulos nocivos, ni afectan a la conductividad de los impulsos a lo largo de los nervios periféricos. La analgesia está mediada por los cambios en la percepción del dolor en la médula espinal (receptores  $\mu_2$ , delta, kappa) y en los niveles más altos en el SNC (receptores  $\mu_1$ -y kappa3). No hay límite máximo efecto de la analgesia por opiáceos. También se altera la respuesta emocional al dolor.

Los opioides cercanos de tipo N, afectan a los canales voltaje que funcionan con calcio (agonistas del receptor kappa) y dentro de la célula rectifican los canales de potasio dependientes de calcio abiertos (a agonistas del receptor  $\mu$  y delta) lo que resulta en la hiperpolarización y la reducción de la excitabilidad neuronal. La unión del opiáceo estimula el intercambio de guanosina trifosfato (GTP) y de la guanosina difosfato (GDP) en el complejo de la proteína G. La

unión de GTP conduce a una liberación de la subunidad de la proteína G, que actúa sobre el sistema efector. En este caso de analgesia inducida por opioides, el sistema efector es la adenilato ciclasa y AMPc situado en la superficie interna de la membrana plasmática. Por lo tanto, los opioides disminuyen el AMPc intracelular mediante la inhibición de la adenilato ciclasa que modula la liberación de neurotransmisores nociceptivos como la sustancia P, el GABA, dopamina, acetilcolina y noradrenalina.

Los opioides también modulan el sistema endocrino y el sistema inmunológico. Los opioides inhiben la liberación de vasopresina, somatostatina, insulina y glucagón. Los efectos estimulantes de los opiáceos son el resultado de la "desinhibición", estando bloqueada la liberación de neurotransmisores inhibidores tales como GABA y acetilcolina. El mecanismo exacto de cómo los agonistas opioides causan ambos procesos inhibitorios y estimulantes no es bien conocido. Los posibles mecanismos incluyen la susceptibilidad diferencial del receptor opioide a la desensibilización o la activación de más de un sistema de G-proteína o subunidad (un excitador y un inhibidor) por un receptor opioide.

Las acciones de fentanilo son similares a las de la morfina, aunque el fentanilo es mucho más lipófilo en comparación con la morfina (580:1) y tiene un más rápido inicio de acción. Clínicamente, la estimulación de los receptores  $\mu$  produce analgesia, euforia, depresión respiratoria, miosis, disminución de la motilidad gastrointestinal, y la dependencia física. La estimulación del receptor Kappa también produce la analgesia, miosis, depresión respiratoria, así como,

disforia y algunos efectos psicomiméticos (es decir, desorientación y/o despersonalización).

La miosis es producida por una acción excitatoria en el segmento autónomo del núcleo del nervio oculomotor. La depresión respiratoria inducida por opiáceos es causada por la acción directa sobre los centros respiratorios en el tronco del encéfalo. Los agonistas opiáceos aumentan el tono del músculo liso en la parte antral del estómago, el intestino delgado (especialmente el duodeno), el intestino grueso, y los esfínteres. Igualmente, los agonistas opiáceos disminuyen las secreciones del estómago, el páncreas y el tracto biliar. La combinación de los efectos de los agonistas opiáceos en el tracto GI resulta en estreñimiento y el retraso en la digestión. El tono del músculo liso urinario también aumenta con los agonistas opiáceos. Se incrementa el tono del músculo detrusor de la vejiga, los uréteres y del esfínter vesical, lo que a veces causa la retención urinaria.

El fentanilo presenta poca actividad hipnótica y rara vez estimula la liberación de histamina. La bradicardia se debe a la depresión medular del centro vasomotor y la estimulación del núcleo vagal y puede llevar a la disminución del gasto cardíaco. La contractilidad miocárdica no se ve afectada por fentanilo. A menudo se observa rigidez muscular del pecho y los músculos abdominales con la anestesia con agonistas opiáceos. Este efecto puede ser debido a la estimulación de los reflejos espinales por los opiáceos o la interferencia con la integración de los ganglios basales. Cuando se utiliza como parte de la anestesia, los agonistas opiáceos proporcionan una protección

analgésica frente a las respuestas hemodinámicas al estrés quirúrgico mediante la atenuación de la respuesta de las catecolaminas.

## **2.3. CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y CLÍNICAS.**

### **2.3.1. Frecuencia cardíaca.**

Llama la atención que la actividad cardíaca, en términos de su frecuencia, aparezca diferente ( $p < 0.05$ ) en los animales de la zona central en comparación con el grupo del altiplano, siendo los promedios generales,  $67,82 \pm 12,20$  y  $54,05 \pm 13,63$ , respectivamente. Sería dable de esperar que las alpacas, al igual que otros mamíferos, presentasen una mayor frecuencia en un ambiente de baja tensión de oxígeno (altura), sin embargo, se observó exactamente lo contrario. Este fenómeno había sido evidenciado anteriormente por (Martínez col 1988), a través de registros electrocardiográficos, habiendo obtenido valores promedios superiores a los del presente trabajo, pero con iguales características. Las diferencias pueden explicarse por las distintas técnicas empleadas, ya que, si bien es cierto que la electrocardiografía otorga resultados más precisos, no es menos cierto que esta técnica implica una situación estresante mayor para el animal.

En el estudio de Características fisiológicas de la alpaca sometida al manejo extensivo en el altiplano chileno se obtuvieron valores promedios ( $\pm$  desviación estándar) resultados obtenidos por la mañana y tarde  $54,76 \pm 12,69$  am y  $57,50 \pm 13,20$  pm. (Raggi y col 1994)

### **2.3.2. Temperatura rectal.**

Se pudo observar que algunas de estas variables diferían entre la mañana y tarde, tal situación y que es una característica típica de animales homeotermos (Schmidt y Nielsen 1987), ocurre con temperatura rectal en que se aprecian diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre mañana y tarde, tanto para machos y hembras de la zona central o del altiplano. Indudablemente esto es consecuencia de una mayor actividad metabólica durante el día. Cabe destacar que los rangos promedios extremos se presentaron en las hembras del altiplano, con registros de  $37,83 \pm 0,61$ , en la mañana y  $38,60 \pm 0,69$ , en la tarde.

En el estudio de Características fisiológicas de la alpaca sometida al manejo extensivo en el altiplano chileno se obtuvieron valores promedios ( $\pm$  desviación estándar) resultados obtenidos por la mañana y tarde  $37.93 \pm 0.63$  am y  $38.52 \pm 0.61$  pm. (Raggi y col 1994).

### **2.3.3. Frecuencia respiratoria.**

Observándose un incremento en horas de la tarde, posiblemente como consecuencia de una mayor actividad metabólica o por mecanismos termorreguladores en animales de la zona central especialmente los valores máximos y mínimos fueron 24.05 – 28.40 ciclos por minuto. Siendo interesante que las hembras presentaron en las mañanas una FR inferior a los machos ( $p < 0.05$ ), que podría inducir a pensar en una actividad metabólica menor o, tal vez, que la actividad respiratoria se caracteriza por una mayor amplitud en cada acto respiratorio y consecuentemente una menor frecuencia.

En el estudio de Características fisiológicas de la alpaca sometida al manejo extensivo en el altiplano chileno se obtuvieron valores promedios ( $\pm$  desviación estándar) resultados obtenidos por la mañana y tarde  $22,89 \pm 6,44$  am y  $25,06 \pm 8,54$  pm. (Raggi y col 1994)

#### **2.3.4. Oximetría de pulso (SpO<sub>2</sub>).**

La oximetría de pulso se basa en la diferencia en la absorción de ondas de luz por hemoglobina oxigenada y des oxigenada. El oxímetro tiene un diodo que emite ondas de luz roja hasta casi infrarroja, una foto iodo al otro extremo que detecta la luz trasmitida o reflejada a través del tejido, y un microprocesador que puede identificar y separar el componente pulsátil (arterial) del no pulsátil (venoso), y de acuerdo a la absorción de las ondas de luz calcular la saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) de la hemoglobina pulsátil (arterial) usando el promedio de medidas repetidas en un periodo de tiempo. El resultado obtenido es el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre arterial (SaO<sub>2</sub>), por ser medido con oxímetro de pulso se denomina SpO<sub>2</sub>, además con el número de pulsaciones informa la frecuencia cardiaca por minuto. (MINSALUD Y OMS 2015).

En la mayoría de los mamíferos incluyendo el hombre, la aclimatación a elevadas altitudes es acompañada por un incremento en la concentración de hemoglobina sanguínea lo cual conlleva a un incremento de la capacidad de la sangre a llevar oxígeno y mantener la concentración de oxígeno a nivel arterial, sin embargo los camélidos si esto sucediera (Quispe y col 2011) obviamente tendrían altamente incrementado el hematocrito (que en camélidos es baja), lo

cual perjudicaría su capacidad para enfrentar ambientes hipóxicos, contrarrestando ello mediante el fenómeno de la elevada afinidad de la hemoglobina al oxígeno, lo cual sería también una explicación de la adaptación de los camélidos. La cantidad de oxígeno disponible a nivel de los tejidos celulares depende del ritmo cardiaco y también del contenido de oxígeno de la sangre arterial. En los camélidos como en los humanos, la extracción de oxígeno se encuentra alrededor de 40-45 ml/L. Esto significa que los camélidos en la cual la concentración de hemoglobina es baja y por lo tanto tienen una menor concentración de oxígeno a nivel de sangre arterial, posee mecanismos más eficientes para la extracción de oxígeno. En efecto, se ha probado que el coeficiente de utilización de oxígeno es 50% más alto que en el hombre, por lo que en llamas se ha encontrado una menor presión parcial y menor saturación de oxígeno a nivel de sangre venosa (Banchemo y col 1971). En humanos nacidos en zonas de elevada altitud la gradiente ( $PAO_2 - PaO_2$ ) es reducida comparada con valores a nivel del mar. Esta gradiente también se encuentra reducida en perros (Monge y León-Velarde 1991). La falta de respuesta ventilatoria en llamas a valores de  $PaO_2$  entre 51-53 mm Hg, podrían estar relacionados al mantenimiento de una alta saturación de oxígeno arterial (92-93%), mostrándose esto cuando se administran a las llamas (Quispe y col 2011) una mezcla de gas con bajo nivel de oxígeno, mientras que la  $PaO_2$  cae a 31-33 mm Hg y la saturación disminuye a 72-78% ocurre una moderada hiperventilación, disminuyendo la  $PaO_2$  y por tanto reduciéndose la diferencia  $PIO_2 - PAO_2$ .

### 2.3.5. Laparotomía en alpacas.

Luego de realizados los procedimientos de asepsia y anestesia propios de una cirugía, se procede a ubicar al animal en una camilla que permita su elevación en ángulo de 60 grados, para conseguir que las vísceras se desplacen en forma craneal. Seguidamente se realiza una incisión ya sea medial o paramedial. Los planos musculares son divulsionados hasta lograr el ingreso a la cavidad abdominal. Una vez localizados los ovarios y útero, son sujetados mediante el uso de compresas de gasa. Posteriormente se procede a efectuar un pequeño corte en cada uno de los cuernos de donde se le extraerá la muestra de tejido endometrial.

## 2.4. HIPÓTESIS

**Hi:** La estrategia analgésica y anestésica empleando Xilacina- Ketamina como inductores y manteniendo la anestesia quirúrgica con Fentanilo, Lidocaína, Ketamina (FLK), conducen a un estado de anestesia y analgesia aceptable y con funciones vitales dentro de los rangos fisiológicos normales durante la cirugía abdominal en la alpaca (*Vicugna pacos*).

**Ho:** La estrategia analgésica y anestésica empleando Xilacina- Ketamina como inductores y manteniendo la anestesia quirúrgica con Fentanilo, Lidocaina, Ketamina(FLK), no conducen a un estado de anestesia y analgesia aceptable y las funciones vitales no se encuentran dentro de los rangos fisiológicos normales durante la cirugía abdominal en la alpaca (*Vicugna pacos*).

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Material biológico

Se emplearon 10 alpacas (*Vicugna pacos*) hembras de raza Huacaya, clínicamente sanas, con edades comprendidas entre 2 y 3 años ( $2,50 \pm 0,52$ ), condición corporal  $3,15 \pm 0,24$  y peso  $33,61 \pm 2,09$  kg (Anexo 1). Asimismo, cumpliendo con los objetivos del bienestar animal, los animales estuvieron durante el estudio en semi-confinamiento, bajo un manejo sanitario adecuado (desparasitación, soporte vitamínico) y alimentadas a base de alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto ovilla (*Dactylis glomerata*).

#### 3.2. Metodología.

##### 3.2.1. Selección de unidades experimentales.

10 alpacas fueron seleccionadas mediante un exhaustivo examen clínico y reproductivo aplicando los principios propedéuticos y la técnica exploratoria, con la finalidad de detectar problemas patológicos o lesiones consideradas discriminatoria y excluir a los animales con alteraciones del experimento. Considerándose solamente animales clínicamente sanos.

### **3.2.2. Actividad preoperatoria.**

Los animales fueron sometidos a un ayuno de 24 horas antes de la intervención quirúrgica. Se realizó el pesado del animal para determinar la dosis total, de los fármacos a utilizar (Xilacina, ketamina y FLK) Asimismo, se procedió a la colocación de un catéter N° 20 x 2 ½ por aproximación percutánea en la vena yugular a la altura del tercio medio del cuello. (Anexo 7, Fig B.)

### **3.2.3. Procedimiento preanestésico.**

Como preanestésico se utilizó Xilacina a una dosis de 1 mg/kg/de PV vía IV a través del catéter, una vez obtenido el efecto de sedación se procedió al traslado al animal a la mesa quirúrgica (Anexo 7, Fig C.)

### **3.2.4. Inducción, mantenimiento y manejo del dolor intraoperatorio**

Posicionado el animal en la mesa quirúrgica, se la indujo la anestesia con ketamina a una dosis de 5mg/kg/d PV (Anexo 7, Fig C.), e inmediatamente se conectó a la vía central el equipo de bolutrol conteniendo la solución FLK (0,15 mg de fentanilo, 100mg de Lidocaína, y 20 mg de Ketamina y diluido en 100 ml de solución salina). El ritmo de perfusión intravenosa de la solución fue a razón de 200 gt/min durante los 30 min, tiempo correspondiente a la duración de la cirugía.

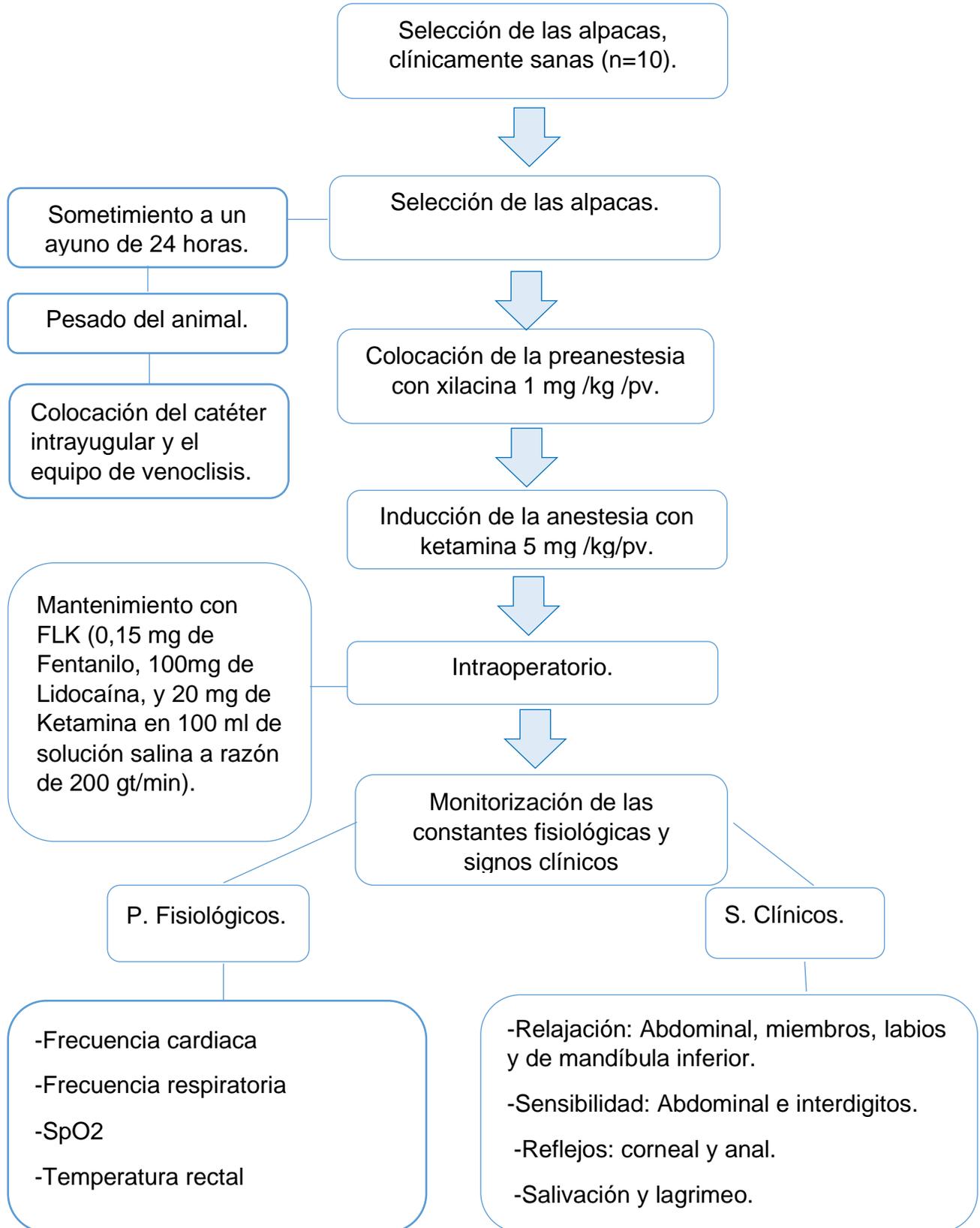
### **3.2.5. Monitorización y registro de los parámetros fisiológicas y signos clínicos.**

La monitorización de las constantes fisiológicas se realizó una vez alcanzado el plano II de la anestesia disociativa inducida con la ketamina, es decir durante el intraoperatorio, se evaluó cada 5 min durante un tiempo de 30 min, utilizando un Pulsioxímetro veterinario (NONIN 9847V) (Anexo 7, Fig E.) para determinar el grado de saturación de oxígeno funcional en la hemoglobina en sangre arterial, así como también la frecuencia cardiaca. Termómetro, para determinación de la temperatura rectal y la evaluación del reflejo anal. La sensibilidad interdigital en miembros, labios y mandíbula inferior se determinó mediante la presión ejercida por la pinza de Kocher, mientras que la sensibilidad abdominal, por la incisión provocada por la injuria del corte en la piel y planos musculares de la pared abdominal, estos signos fueron anotados en fichas especiales y expresadas en una escala de medición leve regular o marcado. El reflejo corneal, se realizó mediante el estímulo aferente vía nervio oftálmico golpeando levemente la córnea con el dedo índice y observando la respuesta eferente vía nervio auriculoparpebral con el movimiento del parpado, la salivación y lagrimeo bajo una escala de medición presente o ausente. Los datos parciales obtenidos fueron registrados en las fichas correspondientes (Anexo 2,3 y 4.)

### **3.2.6. Análisis estadístico.**

Se realizó un análisis descriptivo, media y desviación estándar para las constantes fisiológicas y de frecuencia para la sensibilidad, relajación muscular, reflejos (corneal y anal), salivación y lagrimeo, cada 5 minutos por un periodo total de 30 minutos (minuto 5, minuto 10, minuto 15, minuto 20, minuto 25, minuto 30). La estadística inferencial de las constantes fisiológicas durante el tiempo se realizó mediante el estadístico de ANOVA, y la prueba “*post hoc*” de comparación de promedios se realizó mediante Tukey, empleando el software IBM SPSS Statistics Base ver. 20.0.

### 3.2.7. Diseño experimental.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis descriptivo.

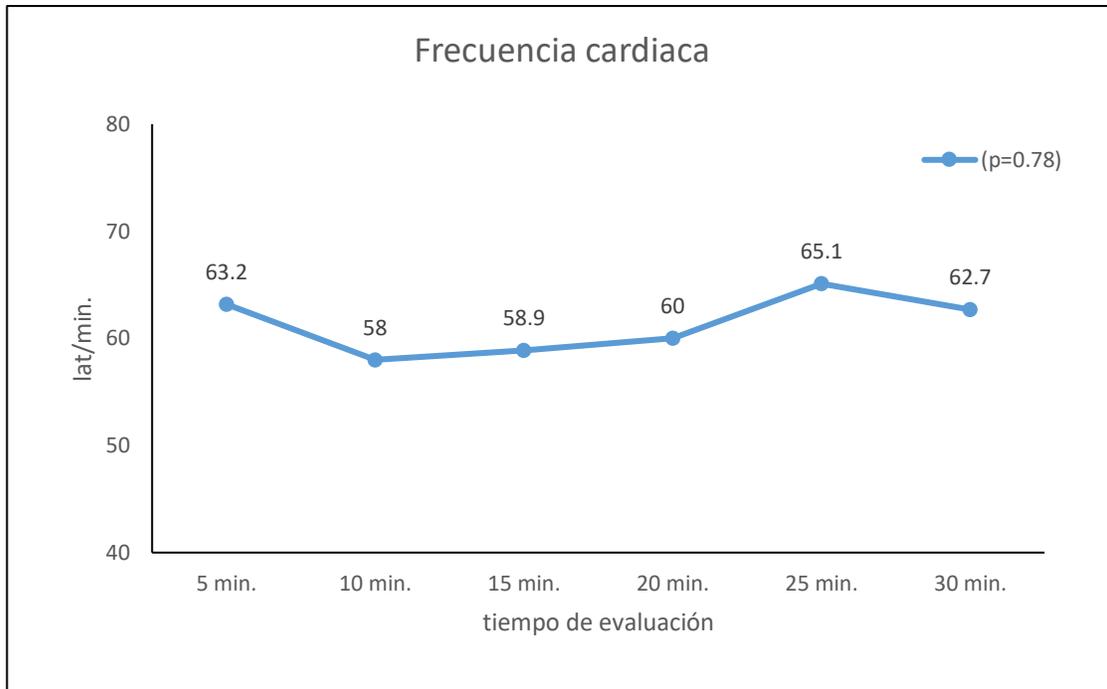
#### 4.1.1. Características fisiológicas:

**Tabla 1.** Promedio  $\pm$  DE, de la frecuencia cardiaca (lat/min), respecto al tiempo de evaluación, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

TIEMPO DE EVALUACIÓN	PROMEDIO $\pm$ DE lat/min
5 min	63,20 $\pm$ 14,69
10 min	58,00 $\pm$ 8,28
15 min	58,90 $\pm$ 10,63
20 min	60,00 $\pm$ 9,42
25 min	65,10 $\pm$ 16,38
30 min	62,70 $\pm$ 13,92
Total	61,32 $\pm$ 12,29

( $p=0.78$ )

La tabla 1, muestra el promedio y desviación estándar de la frecuencia cardiaca en las alpacas sometidas a anestesia disociativa con (FLK) en la cirugía abdominal, siendo el promedio mayor 65,10  $\pm$  16,3 lat/min detectado a los 25 min del intraoperatorio y el más bajo 58,00  $\pm$  8,28 lat/min evaluado a los 10 min (Grafico 1). No encontrándose diferencia estadística significativa en ninguno de los momentos evaluados ( $p = 0,78$ ).



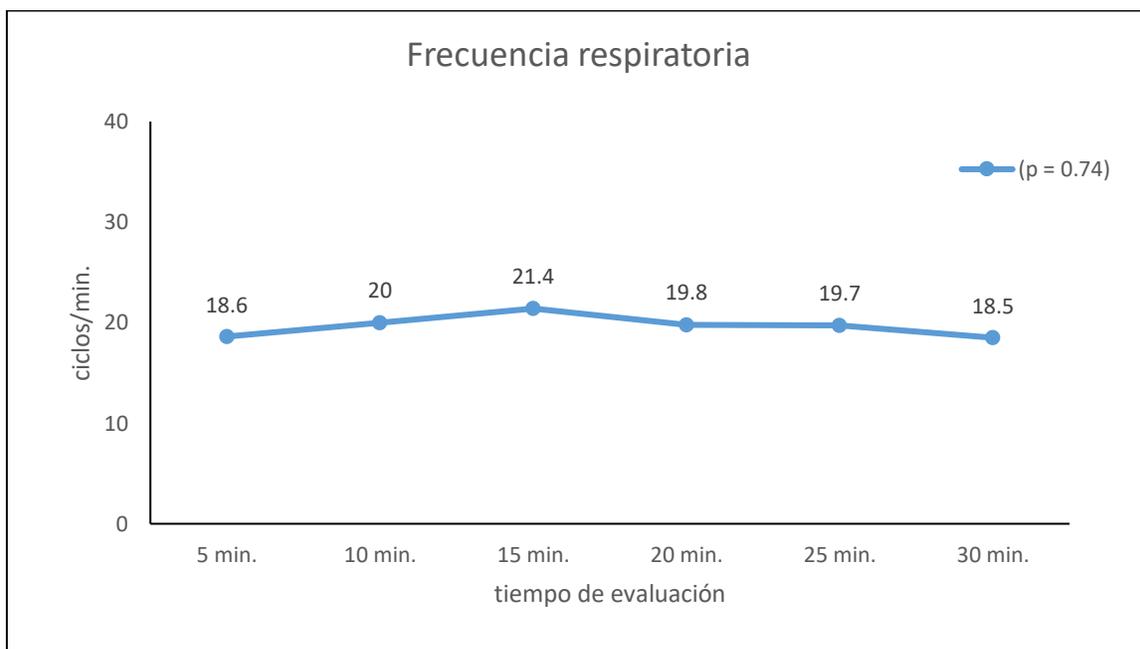
**Gráfico 1.** Promedio de la frecuencia cardiaca(lat/min) en el intraoperatorio, en relación al tiempo de evaluación.

**Tabla 2.** Promedio  $\pm$  DE, de la frecuencia respiratoria (ciclos/min), respecto al tiempo de evaluación, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

TIEMPO DE EVALUACIÓN	PROMEDIO $\pm$ DE ciclos/min.
5 min	18,60 $\pm$ 3,59
10 min	20,00 $\pm$ 4,73
15 min	21,40 $\pm$ 5,48
20 min	19,80 $\pm$ 4,49
25 min	19,70 $\pm$ 4,71
30 min	18,50 $\pm$ 4,11
total	19,67 $\pm$ 4,47

( $p=0.74$ )

La tabla 2, muestra el promedio y desviación estándar de la frecuencia respiratoria en las alpacas sometidas a anestesia disociativa con (FLK) en una cirugía abdominal, siendo el promedio mayor  $21,40 \pm 5,48$  ciclos/min detectado a los 15 min del intraoperatorio y el más bajo  $18,50 \pm 4,11$  ciclos/min evaluado a los 30 min (Grafico 1). No encontrándose diferencia estadística significativa en ninguno de los momentos evaluados ( $p = 0,74$ ).



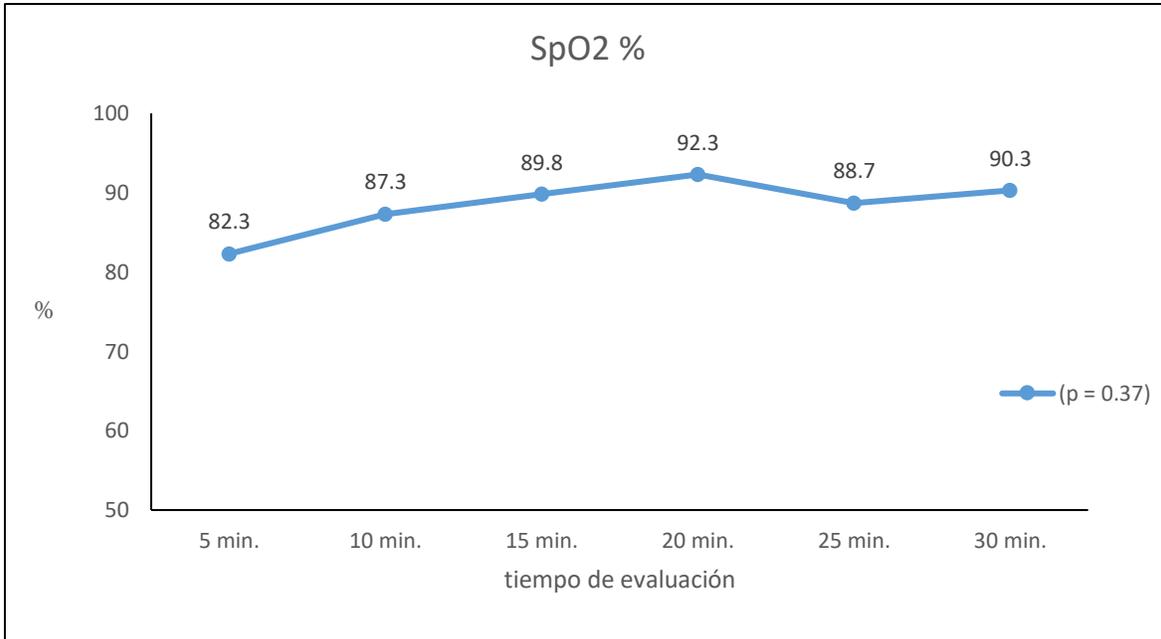
**Gráfico 2.** Promedio de la frecuencia respiratoria (ciclos/min) en el intraoperatorio, en relación al tiempo de evaluación.

**Tabla 3.** Promedio  $\pm$  DE, del grado de saturación de oxígeno funcional en hemoglobina en sangre arterial (%), respecto al tiempo de evaluación, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

<b>TIEMPO DE EVALUACIÓN</b>	<b>PROMEDIO <math>\pm</math> DE SpO2 %</b>
5 min	82,30 $\pm$ 16,14
10 min	87,30 $\pm$ 13,01
15 min	89,80 $\pm$ 10,85
20 min	92,30 $\pm$ 2,86
25 min	88,70 $\pm$ 9,04
30 min	90,30 $\pm$ 3,02
<b>Total</b>	<b>88,45 <math>\pm</math> 10,42</b>

(p=0.37).

La tabla 3, muestra el promedio y desviación estándar del grado de saturación de oxígeno en sangre en las alpacas sometidas a anestesia disociativa con (FLK) en una cirugía abdominal, siendo el promedio mayor SpO2 % 92,30  $\pm$  2,86 detectado a los 20 min del intraoperatorio y el más bajo SpO2 %82,30  $\pm$  16,14 evaluado a los 5 min (Grafico 1). No encontrándose diferencia estadística significativa en ninguno de los momentos evaluados (p = 0,74).



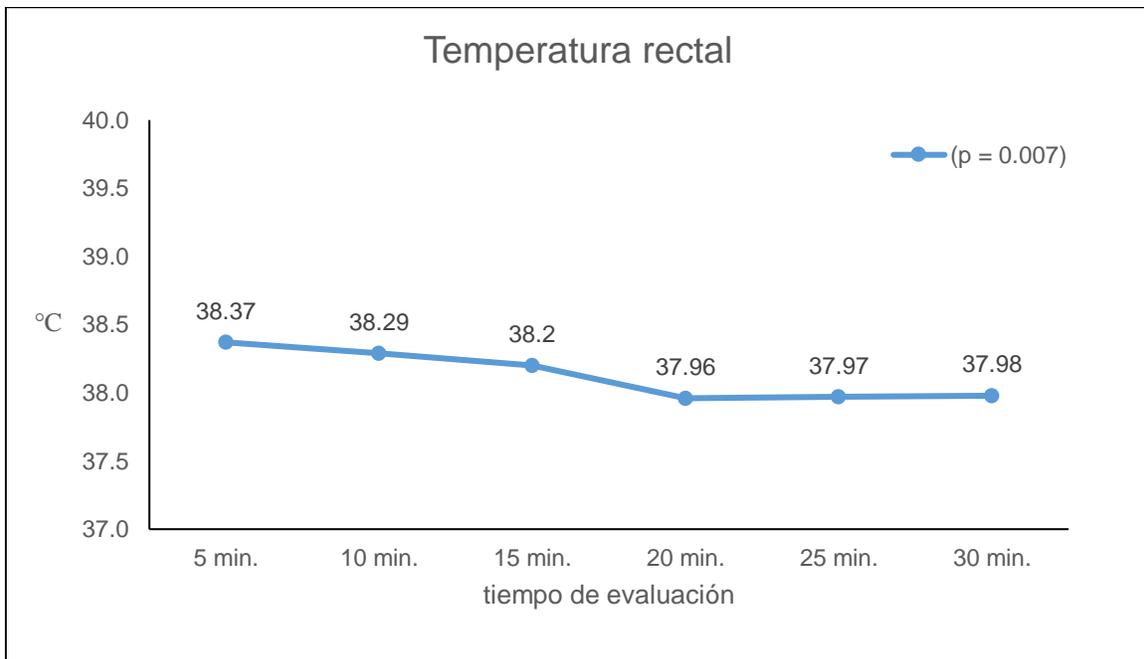
**Gráfico 3.** Promedio del grado de saturación de oxígeno funcional en la hemoglobina en sangre arterial (%) en el intraoperatorio. en relación al tiempo de evaluación.

**Tabla 4.** Promedio  $\pm$  DE, de la temperatura rectal ( $^{\circ}\text{C}$ ), respecto al tiempo de evaluación, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

TIEMPO DE EVALUACIÓN	PROMEDIO $\pm$ DE $^{\circ}\text{C}$
5 min	38,37b* $\pm$ 0,39
10 min	38,29a $\pm$ 0,31
15 min	38,20a $\pm$ 0,38
20 min	37,96b $\pm$ 0,26
25 min	37,97b $\pm$ 0,25
30 min	37,98 <sup>a</sup> $\pm$ 0,18
total	38,13 $\pm$ 0,34

\*Letras diferentes en una misma columna indica diferencia significativa ( $p=0.007$ ).

La tabla 4, muestra el promedio y desviación estándar de la temperatura rectal en las alpacas sometidas a anestesia disociativa con (FLK) en una cirugía abdominal, siendo el promedio mayor  $38,37 \pm 0,39$  °C detectado a los 5 min del intraoperatorio y el más bajo  $37,96 \pm 0,26$  °C evaluado a los 20 (Grafico 1). encontrándose diferencia estadística significativa en (minuto 5 con el minuto 20) y el (minuto 5 con el minuto 25) de los momentos evaluados ( $P = 0,007$ ).



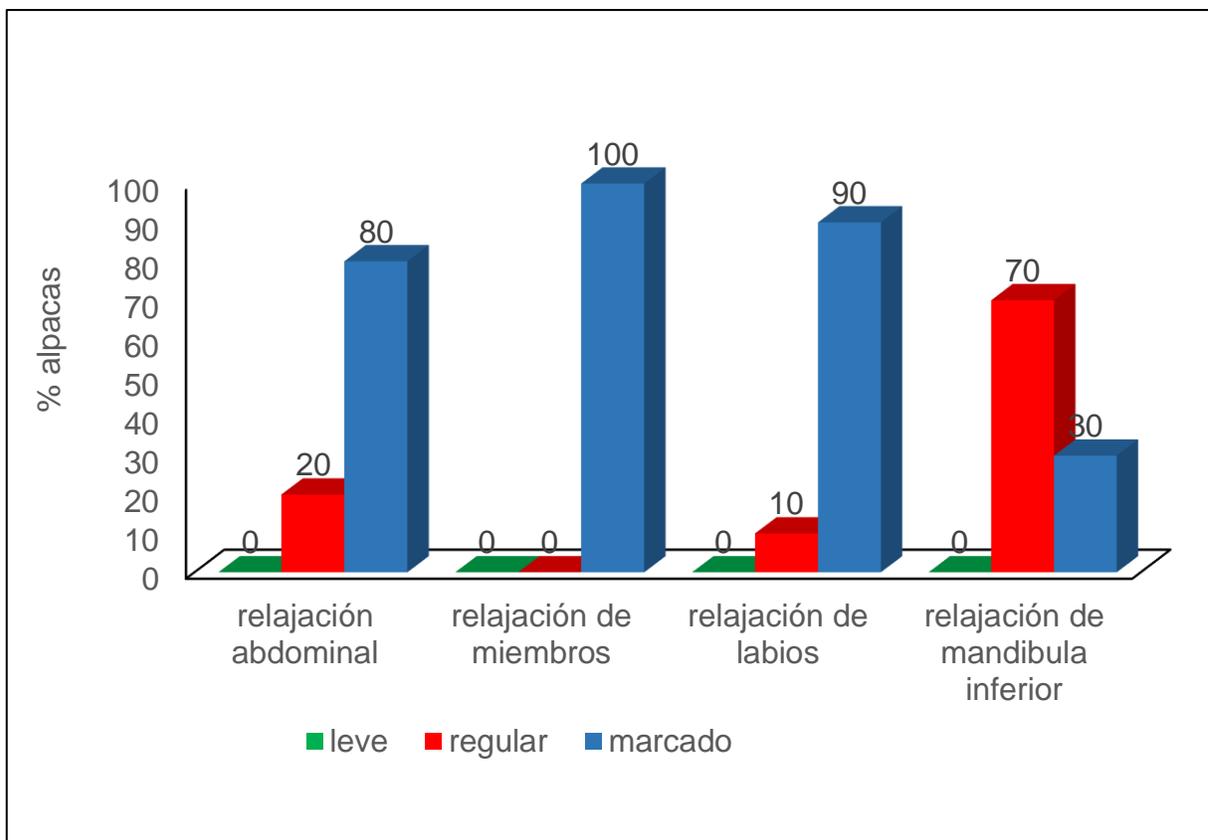
**Gráfico 4.** Promedio de la temperatura rectal en (°C) en el intraoperatorio. en relación al tiempo de evaluación.

#### 4.1.2. Signos Clínicos:

**Tabla 5.** Signos clínicos, evaluados en el intraoperatorio en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia con Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK.

Escala	relajación abdominal		relajación de miembros		relajación labios		relajación de la mandíbula inferior	
	F	%	F	%	F	%	F	%
leve	0	0	0	0	0	0	0	0
regular	2	20	0	0	1	10	7	70
marcado	8	80	10	100	9	90	3	30
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

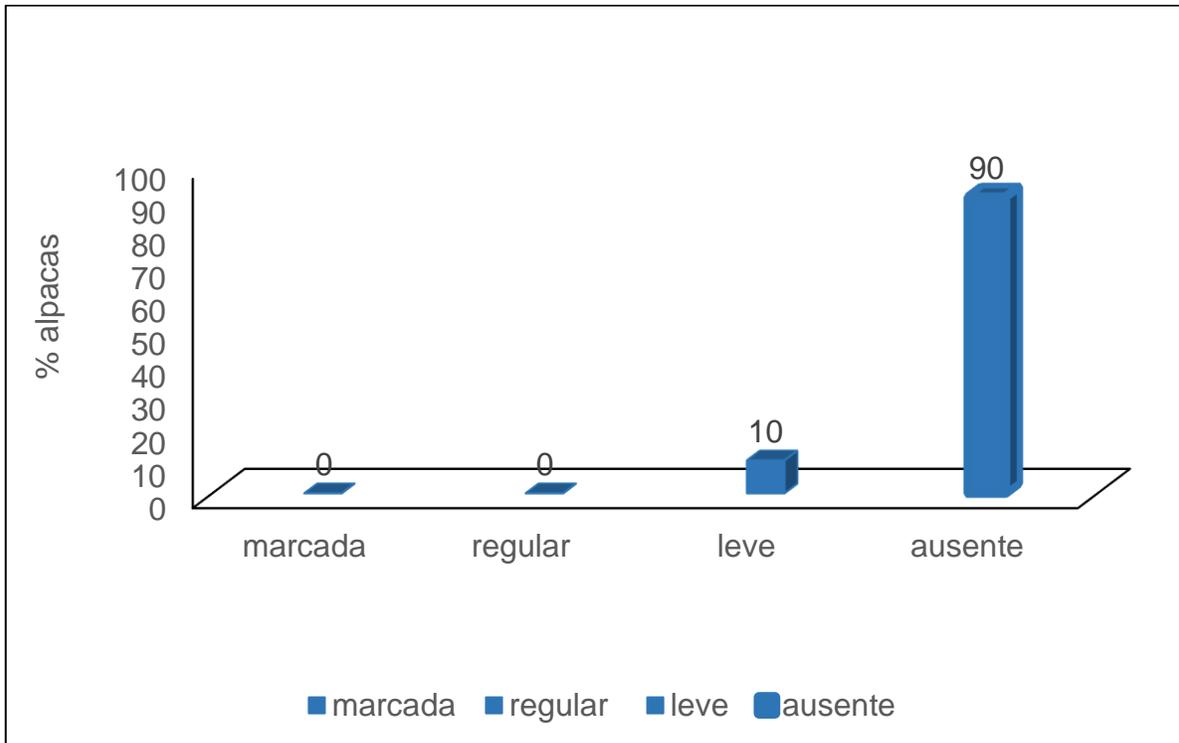
La tabla 5, muestra la frecuencia absoluta de los signos clínicos con relación grado de relajación durante el tiempo de evaluación (Grafico 5). Encontrando niveles de relajación adecuada en un 80 % a nivel abdominal, 100 % en miembros y 90 % en labios, pero no así en la mandíbula inferior donde se evidenció resistencia a la relajación en un 70 % de los animales, esto fue observado plano II de anestesia



**Gráfico 5.** Promedio de las frecuencias de relajación abdominal, relajación de miembro, relajación de labios y relajación de la mandíbula inferior, en el intraoperatorio durante todo el proceso de evaluación de 30 minutos. Categorized in leve, regular and marcado.

**Tabla 6.** Grado de sensibilidad interdigital, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

sensibilidad de interdigitos		
Escala	F	%
ausente	9	90
leve	1	10
regular	0	0
marcada	0	0
total	10	100



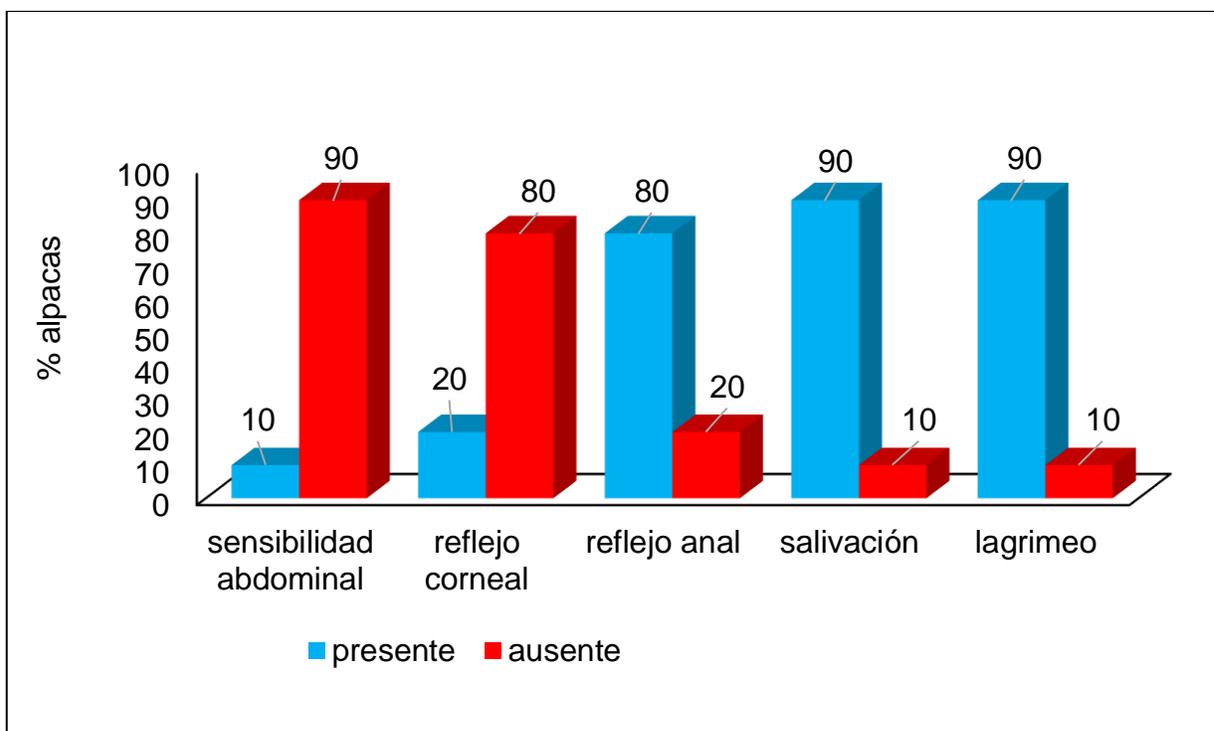
**Gráfico 6.** Promedio de la frecuencia de la sensibilidad de los interdigitos, en el intraoperatorio durante todo el proceso de evaluación de 30 minutos. Categorizado en leve, regular y marcado.

La tabla 5 y el grafico 5, muestran los resultados relacionados con la sensibilidad a nivel de interdigitos, donde el 90 % (9/10) de los animales no presentaron dolor al estímulo provocado por la presión interdigital, mientras que solo el 10%(1/10) presento una leve respuesta a la presión.

En tabla 7, muestra los signos clínicos correspondientes a la sensibilidad, reflejos y otros, observados bajo el efecto de la Xilacina-ketamina y manejo del dolor intraoperatorio con FLK en 10 alpacas, apreciándose un efecto analgésico en la pared abdominal, así como una relajación favorable con profusa salivación que en parte deglutían y lagrimeo en el 90 % de ellos.

**Tabla 7.** Signos clínicos y reflejos, en 10 alpacas sometidas a cirugía abdominal, bajo anestesia Xilacina-Ketamina y con infusión continua con FLK en el intraoperatorio.

Escala	Sensibilidad abdominal		Reflejo corneal		Reflejo anal		salivación		Lagrimo	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
ausente	9	90	8	80	8	80	1	10	1	10
presente	1	10	2	20	2	20	9	90	9	90
Total	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100



**Gráfico 7.** Promedio de las frecuencias de sensibilidad abdominal, reflejo (corneal y anal), salivación y lagrimeo en el intraoperatorio durante todo el proceso de evaluación de 30 minutos.

## V. DISCUSIÓN

La estrategia analgésica y anestésica con xilacina + ketamina y manejo del dolor intraoperatorio mediante infusión continua con FLK (Fentanilo + Lidocaína + Ketamina) aplicada en la cirugía abdominales de las 10 alpacas de raza Huacaya, en quienes se observó ciertas modificaciones sustanciales de la frecuencia cardiaca (FC), siendo el promedio de  $61,32 \pm 12.29$  y latidos/min, ligeramente superior en 6 latidos/min con respecto a alpacas sometidas bajo la misma estrategia y en condiciones del altiplano peruano. (Espezúa y col 2015).

Debe de considerarse que la ketamina tiene efectos estimulatorios sobre el sistema cardiovascular y varias investigaciones así la demuestran, indicando que no solo un incremento de la FC, sino también de la presión arterial sistémica, de la resistencia vascular sistémica, de la presión arterial pulmonar y resistencia vascular pulmonar (Kawamata y col 2000, Hirota y col 1996, Reich y col 1989, Domino y col 1965). Sin embargo, este efecto mostrado por la ketamina es estabilizado por la xilacina, por su efecto antagónico sobre el sistema cardiovascular a través del sistema nervioso central y autónomo, tal como se aprecia en el camello dromedario, (Allert y Adams 1987) y también en caninos, donde se observa que este alfa-2-agonista, reduce FC e inclusive produce bloqueo atrioventriculares de 1ro y 2do grado, hipertensión transitoria seguida de hipotensión más duradera (Laredo y col 2001).

Si comparamos estos resultados con los valores fisiológicos normales de  $54,76 \pm 12,69$  y  $57,50 \pm 13,20$  lat/min reportado Raggi y col (1994), en alpacas del altiplano, resulta ser ligeramente mayor, al igual que en las vicuñas (Urquieta y col 2010). Debe de indicarse que la FC promedio a los 10 y 15 minutos de la monitorización fue de 58,0 y 58,9 lat/min respectivamente, siendo los picos más bajos detectados, pero no críticos a pesar que durante este tiempo los animales estuvieron bajo el efecto cardiodepresor del fentanilo (Laredo y col 2001) administrado por infusión continua, mientras que al minuto 25 se apreció un incremento llegando a 65,1 lat/min (Gráfico 1) interpretándose como un indicador de recuperación anestésica.

La frecuencia respiratoria promedio registrada fue  $19,67 \pm 4,47$  ciclos/min valores que también se encuentran dentro de los parámetros fisiológicos normales y que oscilan entre  $22,89 \pm 6,44$  y  $25,06 \pm 8,54$  (Raggi y col 1994). Sin embargo, debemos considerar que la xilacina genera una disminución del número de respiraciones por minuto ocasionado por una depresión de los centros respiratorios del SNC. También tiende a reducir el volumen de la inspiración y a la vez la frecuencia respiratoria (Laredo y col 2001, White y col 1987, Riebold y col 1986, Rings y Muir 1982, Roughton 1975), del mismo modo la ketamina tiende a producir un patrón ventilatorio apnéustico e irregular caracterizado por una larga pausa tras la inspiración y un incremento de frecuencia respiratoria e inclusive respiración jadeante cuando se emplean dosis elevadas (Greene y Thurmon 1988, Wright 1982, Roughton 1975, Thurmon y col 1973), fenómeno que no se observó en ninguno de los animales, salvo períodos transitorios de apnea, los que fueron compensados espontáneamente, no considerando por lo tanto significación clínica ni mucho

menos comprometer la vida del animal a pesar que los animales durante el intraoperatorio estuvieron bajo el efecto del fentanilo quien también produce una depresión respiratoria con disminución de la frecuencia, esto debido a que este fármaco fue suministrado por infusión continua diluido en solución salina y no a dosis única de 5 µg/ kg IV (Laredo y col 2001).

La temperatura rectal, mostro algunas variaciones significativas según el análisis estadístico, aun así, se mantuvo dentro de los parámetros fisiológicos, durante todo el período de evaluación (Gráfico 4), siendo estos valores muy parecidos a los descritos por (Schmidt-Nielsen 1987, Raggi y col 1994, Thurmon y col 1973) en ovejas y (White y col 1987) en camello dromedario.

Con respecto al grado al promedio de saturación de oxígeno en la hemoglobina funcional en sangre arterial evaluada mediante oximetría de pulso (SpO<sub>2</sub>) fue de 88,45 ± 10,42 %, encontrándose estos resultados dentro de los rangos fisiológicos manifestados con antelación por Quispe y col 2011, a pesar de alcanzar el pico más alto al minuto 20 (SpO<sub>2</sub> = 92,30 ± 2,86%) y el menor al minuto 5 (SpO<sub>2</sub> = 82,30 ± 16,14 %) del tiempo de evaluación (Gráfico 3), entre los valores de SpO<sub>2</sub> no se encontró diferencia estadística significativa (p=0.37).

En cuanto a la relajación abdominal, relajación muscular, relajación de miembros, y la relajación de la mandíbula inferior observada durante la evaluación (Gráfico 5), en casi la totalidad de los animales mostraron una marcada relajación durante los 30 minutos de control, propiciando un intraoperatorio agradable y cumpliendo los principios de una verdadera y aceptable anestesia, con pérdida de la conciencia, motricidad y sensibilidad, acompañada de relajación, este última condición

proporcionada por la xilacina y potenciada con la ketamina (Otero 2012, Laredo y col 2001, White y col 1987, Roughton 1975).

Con respecto a los signos clínicos evaluados, estos fueron muy similares a lo observado por Espezúa y col 2015, Urquieta y col 2010. la sensación algógena estuvo inhibida en los Interdígitos así como en la pared abdominal (Gráfico 6 y 7). Efecto detectado en el 90 % de los animales. Por otro lado, todos los animales, mostraron la presencia de una profusa salivación, que en parte deglutían y una discreta secreción lagrimal (Gráfico 6) durante el período de evaluación. Esta respuesta se relaciona con el efecto simpático colinérgico descrito para la Xilacina y la ketamina (Beck 1976, Davis 1980).

En conclusión, la estrategia analgésica - anestésica evaluada en el presente estudio empleando Xilacina- Ketamina como inductores y potenciando el efecto analgésico en el intraoperatorio con Fentanilo, Lidocaína, Ketamina (FLK), condujeron a un estado de anestesia y analgesia óptima durante la cirugía abdominal en la alpaca, evitando los riesgos de hipotermia, hipoventilación hipoxemia y algún grado de deterioro de la función pulmonar (atelectasia) y cardiovascular como suele apreciarse con otras combinaciones anestésicas (Otero 2012). Asimismo, con presencia de signos vitales clínicos dentro de los rangos fisiológicos normales, no comprometiendo la vida del animal, acompañada de relajación muscular y un grado de analgesia superior proporcionado con la infusión continua FLK. Por lo que, podemos considerar una alternativa anestésica para la cirugía abdominal de esta especie.

## VI. CONCLUSIONES

Las constantes fisiológicas durante los 30 minutos de la cirugía abdominal, bajo la estrategia anestésica – analgésica ensayada y bajo infusión continua con FLK, la frecuencia cardíaca fue de  $65,10 \pm 16,3$  lat/min detectado a los 25 min del intraoperatorio y el más bajo  $58,00 \pm 8,28$  lat/min evaluado a los 10 min ( $p = 0,78$ ). La frecuencia respiratoria fue de  $21,40 \pm 5,48$  ciclos/min a los 15 min y el más bajo  $18,50 \pm 4,11$  ciclos/min evaluado a los 30 min ( $p = 0,74$ ). El grado de saturación de oxígeno funcional en la hemoglobina en sangre arterial (SpO<sub>2</sub>), fue  $92,30 \pm 2,86$  % detectado a los 20 min del intraoperatorio y el más bajo  $82,30 \pm 16,14$  %, evaluado a los 5 min ( $p = 0,74$ ).

La temperatura rectal, el promedio mayor  $38,37 \pm 0,39$  °C detectado a los 5 min del intraoperatorio y el más bajo  $37,96 \pm 0,26$  °C evaluado a los 20 min ( $P = 0,007$ ). No teniendo mayor influencia estas drogas sobre el centro termorregulador de la temperatura corporal ubicado en el hipotálamo. (Booth y McDonald 1988).

Los signos clínicos correspondientes al grado de relajación durante encontrando niveles de relajación adecuada posterior al grado de latencia entre la inducción y la pérdida de la conciencia al plano II de anestesia.

La sensibilidad a nivel de interdigitos, el 90 % (9/10) de los animales no presentaron dolor al estímulo provocado por la presión interdigital, mientras que solo el 10%(1/10) presento una leve respuesta a la presión.

la sensibilidad y relajación de la pared abdominal, se apreció en el 90% de los animales, de la misma manera los signos clínicos correspondientes a reflejos, salivación y lagrimeo también fue observado en el 90 % de ellos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Estudiar y diseñar nuevas estrategias anestésicas que permitan ser empleadas en los camélidos sudamericanos.

Evaluar otros parámetros fisiológicos de importancia durante la anestesia, como detección de gases en sangre (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ph).

## VIII. REFERENCIA BIBLIGRÁFICAS

ALLERT, J.A., R. ADAMS. (1987). Pharmacologic consideration in selection of tranquilizers, sedatives, and muscle relaxant drugs used in inducing animal restraint. J. Am. Vet. Med. Assoc. 191: 1241-1244.

AMEND J.F., KLAVANO P.A., STONE E.C. (1972). Premedication with xylazine to eliminate muscular hypertonicity in cats during ketamine anesthesia. Veterinary Medicine Small Animal Clinic. 67: 1305-1307.

BAUDITZ, R. (1972). 'Sedation, immobilization and anesthesia with Rompun® in captive and free living wild animals'. Vet. Med. Rev. 9: 204-224.

BAUMEISTER, M. (1973). 'Estudios sobre tolerancia, acción e indicaciones del Rompún® (Xilacina)- Bayer en vacunos'. Not. Med. Vet. 4: 340-347.

BECK, C. C. (1976). Vetalar® (Ketamine hydrochloride). A unique cataleptoid anesthetic agent for multispecies usage. J. Zoo. anim. Med. 7: 11-38.

BESSIE URQUIETA M.1, MARÍA (MV) SCHIAPPACASSE F.2, LUIS (MV) RAGGI S.3, RAMÓN (MV) MARTÍNEZ P.4, JAMES G. (B. SC.) FERGUSON5. (1992). Sedación, inmovilización y anestesia con xilacina-ketamina en vicuña (Vicugna vicugna) Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Avances en ciencias veterinarias Vol. 7, No. 2.

BOOTH, N.H., L.E. MCDONALD. (1988). Farmacología y terapéutica veterinaria. Vol 1 Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1: 274-286 y 353-366.

CLARKE K.W., HALL L.W. (1969). Xylazine a new sedative for use horses and cattle. Veterinary Record. 85: 512-517.

CUSTER, R., L. KRAMER, S. KENNEDY, M. BUSH. (1977). Hematologic effects of xylazine when used for restraint of bactrian camels. J. Am. Vet. Med. Assoc. 171: 899-901.

DAVIS, L.E. (1980). 'Xylazine'. J. Am. Vet. Med. Assoc. 176: 452-455.

DOMINO EF., CHODOFF P., CORSSSEN G. (1965). Pharmacologic effects of Cl-581, a new dissociative anesthetic in man. *Clinical Pharmacology and therapeutics*. 6:279-291.

ESPEZÚA F., CHIPAYO G., OLAZABAL L., Rev. Investig.N Alto Andin. 2015; Vol 17 N° 1: 41-46.

FESTA-BIANCHET, M., J. JORGENSON. (1985). 'Use of xylazine and ketamine to immobilize bighorn sheep in Alberta'. *J. Wildl. Manage.* 49: 162-165.

FOWLER EM (1989) *Medicine and Surgery of South American camelids*.3th. ED. Blackwell Publishing. USA.

GAVIER, D., M.D. KITTLESON, M.E. FOWLER, L.E. JOHNSON, G. HALL, D. NEARENBERG. (1988). 'Evaluation of a combination of xylazine, ketamine and halothane for anesthesia in llamas'. *Am. J. Vet. Res.* 49: 2047-2055.

GOTH, A. (1986). 'Farmacología médica'. Undécima edición.editorial Doyma. Barcelona, España. 14-27 y 353-381.

GREENE, S.A., J.C. THURMON. (1988). Xylazine. A review of its pharmacology and use in Veterinary Medicine. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* 11: 295-313.

HIROTA K, LAMBERT DG. (1996) Ketamine: its mechanism of action and unusual clinical uses. *British Journal of Anesthesia*.77: 441-444

<http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/acv/article/view/10425/10481>.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061107.pdf>.

J. ANTONIO ALDRETE, URIAH, GUEVARA LÓPEZ, EMILIO M. CAPMOURTERES (Texto de Anestesiología Teórico-práctica) página 289.

KAWAMATA T, OMOTE K, SONODA H, KAWAMATA M. (2000). Analgesic mechanisms of ketamine in the presence and absence of peripheral inflammation. *Anesthesiology*.93:520-528.

KERR D.D., JONES E.W., HUGGINS K., EDWARDS W.C. (1972). Sedative and other effects of xylazine given intravenously to horses. *American Journal of Veterinary Research*. 33: 525-532.

KUMAR, A., J.C. THURMON, H.J. HARDENBROOK. (1976). Clinical studies of ketamine HCl and xylazine HCl in domestic goat. *Vet. Med. /Small Animal Clinician*. 71: 1707-1713.

LAREDO F. (2012). La preanestesia: analgesia, inmovilizació, farmacología, tranquilizaión y ansiolisis: *Consulta Difus. Vet* 9 (77): 37-50.

LUKASIK V. Eds. SEYMOUR C, GLEED ROBIN. BSAVA. (1999). Cheltenham. Premedication and sedation. En: Manual of Small Animal Anaesthesia and Analgesia. Pp. 71-87.

MCCASHIN F.B., GABEL A.A. (1975). Evaluation of xylazine as a sedative and preanesthetic agent in horses. American Journal of Veterinary Research. 36: 1421-1429.

MCKENZIE, (1993); BOTANA ET AL.,(2002). midriasis con ojos abiertos y retención de reflejos como el laríngeo, palpebral y corneal.

MINSALUD Bogotá D.C. Agosto del (2016). USO E INTERPRETACIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO, convenio 519 2015, 7pg.

OTERO, PE Protocolos de anestésicos y manejo del dolor en pequeños animales: reporte de casos. 2012 1ra. Ed. Buenos Aires: inter-medica pp 4:269

PADDLEFORD R.R. (1999). preanesthetic agents. en: manual of small animal anesthesia, ED. PADDLEFORD RR. SAUNDERS WB. FILADELFIA. pg. 12-31.

PESHIN, P.K., J.M. NIGAM, S.C. SINGH, B.A. ROBINSON. (1980). Evaluation of xylazine in camels. J. Am. Vet. Med. Assoc. 177: 875-878.

PEZOA, C., J. R. ROJAS. (1986). 'Estudio de la edad de la vicuña a través del análisis dental'. Nota Técnica N° 3, Corporación Nacional Forestal, CONAF I Región, Ministerio de Agricultura, Arica, Chile, 11 pg.

REICH DL, SILVAY G. (1989) Ketamine: and update on the first twenty-five years of clinical experience. Canadian Journal of Anesthesia.38:186-197.

RIEBOLD, T.W., A.J. KANEPS, W.B. SCHMOTZER. (1986). 'Reversal of xylazine-induced sedation in llamas, using doxapram or 4-aminopyridine and yohimbine'. J. Am. Vet. Med. Assoc. 189: 1059-1061.

RINGS, D.M., W.W. MUIR. (1982). 'Cardiopulmonary effects of intramuscular xylazine-ketamine in calves'. Can. J. Comp. Med. 46: 386-389.

ROUGHTON, R.D. (1975). Xylazine as an immobilizing agent for captive white-tailed deer. J. Am. Vet. Med. Assoc. 167: 574-576.

SHMIDL, J.A. (1974). Experimental use of Rompun® on exotic species. J. Zoo Anim. Med. 5: 8-9.

SKIDMORE, L. (2000). Anatomy of the Camel Reproductive Tract. In: Recent Advances in Camelids Reproduction. International Veterinary Information Service, Ithaca NY. A1001.0600.

THURMON, J.C., A. KUMAR, P. LINK. (1973). 'Evaluation of ketamine hydrochloride as an anesthetic in sheep'. J. Am. Vet. Med. Assoc. 162: 293-297.

WHITE, R. J., S. BALI, H. BARK. (1987). 'Xylazine and ketamine anaesthesia in the dromedary camel under field conditions'. Vet. Rec. 120: 110-113.

WRIGHT, J. (1982). 'Pharmacological effects of ketamine and its use in veterinary medicine'. J. Am. Vet. Med. Assoc. 12: 180-183.

## **ANEXO**

**Anexo 1. características zootécnicas de las 10 Alpacas seleccionadas para el estudio.**

<b>N.-</b>	<b>Peso</b>	<b>C.C</b>	<b>Edad:</b>
<b>2</b>	32,8	3	2
<b>3</b>	34,3	3	2
<b>7</b>	35,3	3,5	3
<b>11</b>	32,1	3	3
<b>1</b>	34	3	2
<b>5</b>	30	3	2
<b>6</b>	37,7	3,5	3
<b>10</b>	34,6	3,5	3
<b>12</b>	32,3	3	2
<b>8</b>	33	3	3
□	33,61	3,15	2,50
<b>D.E.</b>	2,09	0,24	0,52

**Anexo 2. Ficha de recolección de datos parámetros fisiológicos: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, grado de saturación de oxígeno funcional en la hemoglobina en sangre arterial y temperatura rectal, durante el periodo la anestesia quirúrgica**

Nro. (ID)	Frecuencia Cardiaca* (lat/min)						Frecuencia Respiratoria* (Ciclos/min)						SpO2* (%)						Temperatura* (°C)					
	5*	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30
10	90	64	61	65	75	75	12	20	26	22	16	19	50	92	93	92	94	86	38.1	38.4	38.5	37.9	37.58	37.7
8	62	63	68	64	62	56	26	18	17	18	22	15	89	93	97	97	97	95	38.2	38.1	38.1	38.1	37.9	38
7	58	61	52	64	82	88	20	18	18	19	26	28	97	98	97	88	65	88	38.8	38.7	38.2	38	38.2	38
6	64	62	61	62	59	60	19	30	29	25	24	22	86	67	93	93	94	95	38.6	38.4	38.8	37.9	38.1	37.8
5	56	63	77	57	57	60	19	26	22	17	21	17	74	62	61	92	90	88	38.1	37.8	37.8	37.8	38	38.1
3	69	55	56	58	59	61	17	17	15	15	14	14	73	96	94	94	93	92	37.7	37.8	37.5	37.5	37.5	37.7
1	84	68	68	71	95	55	21	22	29	28	26	20	66	82	88	90	89	90	39	38.6	38.5	37.9	38.1	38.1
2	42	41	40	41	41	42	16	18	17	16	14	16	100	99	97	92	84	88	38.4	38.5	38.4	38.3	38.2	38.1
12	49	48	49	48	47	51	18	15	25	23	18	18	91	95	93	89	90	91	38.6	38.4	38.2	38.4	38.2	38.2
11	58	55	57	70	74	79	18	16	16	15	16	16	97	89	85	96	91	90	38.2	38.2	38	37.8	37.9	38.1

\*Evaluación cada 5 minutos.

**Anexo 3. Ficha de recolección de datos clínicos: relajación muscular (abdomen, labios, mandíbula, región anal y miembros) durante el periodo la anestesia quirúrgica.**

Nro. ( ID )	RELAJACIÓN MUSCULAR DURANTE EL PERIODO DE ANESTESIA PROFUNDA														
	Abdomen*			Labios*			Mandíbula inferior*			Región anal*		Miembros*			
	Marcada	Regular	Leve	Marcada	Regular	Leve	Marcada	Regular	Leve	Presente	Ausente	Marcada	Regular	Leve	
10	X			X				X			X	X			
8		X		X				X			X	X			
7	x			x			x				x	x			
6		x					x				x	x			
5	x			x				x		x		x			
3	x			x				x			x	x			
1	x			x				x			x	x			
2	x			x				x			x	x			
12	x			x				x		x		x			
11	x			x			x				x	x			

\*Evaluación única en plano de anestesia profundo.

**Anexo 4. Ficha de recolección de datos clínicos: sensibilidad y reflejos.**

Nro. (ID)	Sensibilidad*										Reflejos*		Otros*			
	Abdomen						Estimulación algógena en los interdigitos.				Corneal		Salivación		Lagrimeo	
	piel		Línea media		peritoneo											
10	P	A	P	A	P	A	A	L	R	M	P	A	P	A	P	A
8		X		X		x	X					X	X		X	
7		X		X		X	X					X	X		X	
6	X			X		X	X					X	X		x	
5		X		X		X	X					X	X			X
3		X		X		X	X					X		x	X	
1		X		X		X	X					X	X		X	
2		X		X		X	X				x		X		X	
12		X		X		X		X			X		X		X	
11		X		x		X	X					X	X		X	

\* Evaluación única. P (presente), A (ausente), L(leve), R(regular) y M(marcada).

**Anexo 5. Análisis de varianza de los datos cuantitativos respecto a las constantes fisiológicas en el tiempo de evaluación.**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Frecuencia cardiaca	Inter-grupos	383,483	5	76,697	,485	,786
	Intra-grupos	8537,500	54	158,102		
	Total	8920,983	59			
Frecuencia respiratoria	Inter-grupos	56,333	5	11,267	,542	,744
	Intra-grupos	1123,000	54	20,796		
	Total	1179,333	59			
Grado de saturación de oxígeno funcional en la hemoglobina en sangre arterial	Inter-grupos	592,750	5	118,550	1,100	,371
	Intra-grupos	5820,100	54	107,780		
	Total	6412,850	59			
Temperatura rectal	Inter-grupos	1,657	5	,331	3,604	,007
	Intra-grupos	4,966	54	,092		
	Total	6,623	59			

**Anexo 6. Prueba de comparación de promedio para la temperatura rectal en el tiempo de evaluación.**

HSD de Tukey

Tiempo de evaluación	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
20 min	10	37,960	
25 min	10	37,968	
30 min	10	37,980	37,980
15 min	10	38,200	38,200
10 min	10	38,290	38,290
5 min	10		38,370
Sig.		,163	,061

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10,000.

**Anexo 7. Fotografías correspondientes al desarrollo de los diferentes procesos del estudio en el centro de investigación de kotosh.**



**A. Alpacas para realizar el estudio. B. Colocación del catéter a la alpaca.**



**c. Proceso de inducción de la alpaca. D. Registro de los datos evaluados en la alpaca**



**E. Pulsioxímetro NONIN 9847 V.**

**F. Procedimiento quirúrgico y monitoreo de las constantes fisiológicas y clínicas de la alpaca.**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En la ciudad de Huánuco, Distrito de Pillco Marca, a los veinte y siete días del mes de abril del 2018, siendo las doce horas, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos se reunieron en el Auditorio de la Facultad, los Miembros integrantes del Jurado examinador para proceder a la Evaluación de Sustentación de Tesis Titulada: "PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y CLÍNICOS EN CIRUGÍA ABDOMINAL DE ALPACAS (*Vicugna pacos*) CON FENTANILO, LIDOCAÍNA Y KETAMINA - HUÁNUCO 2017"; del Bachiller de la Facultad de Medicina Veterinaria **Leonel Arnold, TRUJILLO RODRÍGUEZ**, para **OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO**, estando integrado por los siguientes miembros:

- **Mg. Marce PÉREZ SAAVEDRA** Presidente
- **MVZ. Alcides COTACALLAPA VILCA** Secretario
- **Dr. Juan Marco VÁSQUEZ AMPUERO** Vocal

Finalizado el acto de sustentación, los miembros del Jurado procedieron a la calificación, cuyo resultado fue *aprobado*, con la nota de *diecisiete (17)*, con el calificativo de: *Muy bueno*.

Con lo que se dio por finalizado el proceso de Evaluación de Sustentación de Tesis. Siendo a horas *12:20 p.m.*, en fe de la cual firmamos.

.....  
Mg. Marce PÉREZ SAAVEDRA  
PRESIDENTE

.....  
MVZ. Alcides COTACALLAPA VILCA  
SECRETARIO

.....  
Dr. Juan Marco VÁSQUEZ AMPUERO  
VOCAL