

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**“EVALUACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ANESTESIA GENERAL  
BALANCEADA UTILIZANDO PARA LA INDUCCIÓN ATROPINA, XILACINA,  
KETAMINA, BUTORFANOL Y PROPOFOL PARA EL MANTENIMIENTO EN  
CIRUGIA DE CASTRACIÓN EN CERDOS DESTETADOS EN  
UNA GRANJA EN SAN JOSÉ PINULA”**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARILUZ PINEDA GUZMÁN**

**COMO REQUISITO PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO**

**ACADÉMICO DE**

**MÉDICA VETERINARIA**

**GUATEMALA, JULIO DE 2011**

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Decano:** Med. Vet. Leonidas Ávila Palma  
**Secretario:** Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina  
**Vocal I:** Lic. Zoot. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo  
**Vocal II** MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno  
**Vocal III:** Med. Vet y Zoot. Mario Antonio Motta González  
**Vocal IV:** Br. Javier Enrique Baeza  
**Vocal V:** Br. Ana Lucía Molina Hernández

**ASESORES:**

**Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras**  
**Med. Vet. Carlos Enrique Camey Rodas**  
**Med. Vet. Jorge Orellana Suárez**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A SU  
CONSIDERACIÓN EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

**“EVALUACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA  
UTILIZANDO PARA LA INDUCCIÓN ATROPINA, XILACINA, KETAMINA,  
BUTORFANOL Y PROPOFOL PARA EL MANTENIMIENTO EN CIRUGIA DE  
CASTRACIÓN EN CERDOS DESTETADOS EN UNA GRANJA EN SAN JOSÉ  
PINULA”**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

**MÉDICA VETERINARIA**

## **TESIS QUE DEDICO**

- A DIOS:** Por darme vida y capacidad para poder concluir con esta meta y por darme fuerzas en todo momento.
- A MIS PADRES:** Sergio y Lilián por ser personas ejemplares que me formaron como persona y por apoyarme en todo para poder realizarme como profesional.
- A MI HERMANOS:** Por ser como son y por ayudarme a cumplir mis metas.
- A MI ESPOSO:** Manuel, por ser una persona especial en mi vida, por apoyarme en las buenas y en las malas, y por darme ese amor que es tan indispensable en mi vida.
- A MIS AMIGOS:** Por todos los momentos buenos y malos que vivimos y les recuerdo que tienen una amiga con quien contar siempre.
- A MIS PADRINOS:** Por ser profesionales que tengo como ejemplo en mi vida.  
Gracias por su apoyo!

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi patria Guatemala, por ser el lugar donde pude formarme como profesional.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por prepararme y formarme como profesional.

A los catedráticos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindarme sus conocimientos y apoyo.

A mis asesores por brindarme sus conocimientos y su tiempo para dedicarlo a elaborar esta investigación.

A la Granja la Montaña, por prestarme los recursos biológicos para esta investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo de investigación.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	01
II.	HIPÓTESIS	02
III.	OBJETIVOS	03
3.1	Objetivo general	03
3.2	Objetivos específicos	03
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	04
4.1	Anestesia general balanceada.	04
4.2	Consideraciones anestésicas del cerdo	06
4.3	Signos de dolor en cerdos	06
4.4	Indicadores de dolor en cirugía de castración de cerdos	07
4.5	Descripción de fármacos a evaluar en el protocolo de Anestesia	08
4.5.1	Sulfato de atropina	08
4.5.2	Clorhidrato de xilacina	10
4.5.3	Ketamina	11
4.5.4	Butorfanol	13
4.5.5	Propofol	15
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1	Recursos humanos	17
5.2	Área de trabajo	17
5.3	Recursos biológicos	17
5.4	Materiales y equipo	17
5.5	Métodos	19

5.6	Análisis estadístico	22
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VII.	CONCLUSIONES	26
VIII.	RECOMENDACIONES	27
IX.	RESUMEN	28
X.	BIBLIOGRAFÍA	29
XI.	ANEXOS	32

## I. INTRODUCCIÓN

La cirugía de castración de cerdos es indispensable debido a que los cerdos enteros producen una sustancia llamada escatol la cual produce un mal olor a la carne.

En Guatemala se utilizan protocolos poco adecuados para el bienestar animal los cuales son: la combinación de xilacina y ketamina teniendo como limitante la poca analgesia y el segundo es el uso de pentobarbital como único anestésico el cual tiene como limitante el tiempo largo de recuperación y toxicidad del fármaco.

El propósito de este estudio es establecer un protocolo de anestesia para ser utilizada en cerdos, realizar cirugías de castración cumpliendo con los requisitos de la anestesia general balanceada y con ello buscar seguridad y bienestar animal.

El protocolo trae un beneficio económico debido a que los cerdos se recuperan más rápido por lo tanto empiezan a comer y no se pierde tiempo de alimentación trayendo consigo una mejor conversión.

En Guatemala el manejo quirúrgico en cerdos es poco adecuado debido a que se utilizan métodos físicos por lo que con el presente trabajo se brindará información del manejo farmacológico que puede ser utilizado en cerdos y con ello contribuir con el bienestar animal.



## **II. HIPÓTESIS**

El protocolo cumple con los requisitos necesarios para lograr una anestesia general balanceada en la cirugía de castración de cerdos destetados.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

- Evaluar un protocolo de anestesia general balanceada durante la cirugía de castración en cerdos.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar si el protocolo de anestesia general balanceada cumple con el requisito de sedación tomando como parámetro inmovilización y pérdida de reflejos en la cirugía de castración de cerdos destetados.
- Determinar si el protocolo de anestesia general balanceada cumple con el requisito de analgesia tomando como parámetro frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria así como el patrón respiratorio antes, durante y después de cada estímulo quirúrgico en la cirugía de castración de cerdos destetados.
- Determinar el tiempo de recuperación de la anestesia general.
- Evaluar efectos adversos del protocolo de anestesia.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4. Bienestar porcino: Las Cinco Libertades

Una buena forma para clasificar el bienestar porcino es emplear la propuesta del Farm Animal Welfare Council del Reino Unido. Las Cinco Libertades propuestas son:

1. Encontrarse libre de sed, hambre y desnutrición.
2. Encontrarse libre de incomodidades
3. Encontrarse libre de dolor, heridas y enfermedades
4. Encontrarse libre de miedo y estrés
5. Encontrarse libre de expresar su comportamiento natural. (Bailey.J, 2007).

En este caso la anestesia para cirugías se encuentra dentro de la libertad número 3 y 4, debido a que los animales estudiados serán sometidos a una cirugía y el propósito de la anestesia es minimizar el dolor y mejorar la cicatrización de heridas como evitar el estrés por manejo físico, por tanto este estudio es importante para el bienestar animal.

#### 4.1 Anestesia general balanceada

La anestesia balanceada es la combinación de dos o más fármacos o técnicas anestésicas, que potencian sus ventajas individuales y reducen los efectos nocivos. (Huber, B. 2000).

##### 4.1.1 Anestesia general

Estado de depresión generalizada transitoria y reversible del SNC, inducido por drogas específicas caracterizado por:

- Pérdida de conciencia(bloqueo mental)
  - Analgesia(bloqueo sensitivo)
  - Relajación muscular (bloqueo motor)
  - Perdida de reflejos (bloqueo reflejo)
- (Huber, B.2000; Ocampo.H, Sumano.L, 2006)

El bloqueo de estos componentes se puede efectuar mediante el uso de fármacos.

Dos componentes merecen comentario especial: el componente reflejo y el componente mental.

En medicina veterinaria, se hace indispensable durante la medicación preanestésica tomar en cuenta el bloqueo de la actividad refleja de muchas funciones autónomas, como la disminución o prevención de vómito, salivación, secreción de mucosidades por las vías respiratorias y, en general de la actividad vagal y el laringospasmo, especialmente en cerdos.

El bloqueo del componente mental mediante el uso de fármacos puede ocasionar ataxia, sueño ligero y, dependiendo del fármaco empleado, delirio y sueño profundo. La utilidad más evidente de dicho bloqueo es facilitar el manejo y la sujeción del paciente. Sin embargo, algunos fármacos, sobre todo los del grupo derivado de la fenotiazina, pueden inducir cambios aun sin inducir sueño. (Ocampo.H, Sumano.L, 2006)

#### 4.1.2 Etapas de la anestesia

- Etapa I: analgesia y movimiento voluntario
- Etapa II: delirio o movimiento involuntario
- Etapa III: anestesia quirúrgica
- Etapa IV: parálisis bulbar o muerte (Ocampo.H, Sumano.L, 2006).

#### 4.1.3 Selección del anestésico ideal

- Amplio margen de seguridad
- Inducción y recuperación rápida
- Analgesia

- Relajación muscular esquelética
- Reducción de actividad refleja
- No toxico
- Económico (Huber.B.2000;Ocampo.H,Sumano.L 2006)

#### **4.2 Consideraciones anestésicas del cerdo**

- Difíciles de manejar
- Fácilmente estresables
- Limitar la inmovilización física
- Acceso venoso difícil en el animal consciente no tranquilizado
- Ausencia de venas grandes accesibles
- Intubación endotraqueal difícil
- Algunas razas son susceptibles de padecer hipertermia maligna
- Ayuno de sólidos 6 hrs mínimo. (Cruz, JI; González, A; Burzaco. O; Gay,WI, 2002;Bailey J.2007)

##### 4.2.2 Vías de administración de fármacos:

- Vía intramuscular en los músculos del cuello
- Vía endovenosa: principalmente en venas marginales auriculares VENA CRANEAL  
(Cruz, JI; González, A; Burzaco, O, Gay, WI)

#### **4.3 Signos del dolor en cerdos**

Los signos del dolor en cerdos incluyen: Cambios en el caminar, actividad, postura y actitud.

El cerdo puede vocalizar o ponerse agresivo si un área de dolor localizado es manipulada. Sin embargo esto es más difícil de interpretar dado el hecho que los cerdos son animales altamente vocales y normalmente emiten sonidos tanto en respuesta a estímulos positivos (comida) como en respuesta a miedo o dolor. (Bailey, 2007)

El comportamiento demostrado durante momentos de dolor agudo y angustia en el cerdo puede incluir las siguientes actividades:

- Hiperactividad, desasosiego, nerviosismo, salivación, expresión facial de ansiedad, automutilación.
- Hipoactividad, comportamiento distraído, resistencia a moverse o a levantarse.
- Cambios en la manera de desplazarse, claudicación de algún miembro.
- Automutilación o lamerse.
- Agresividad al aproximársele o al tacto.
- Vocalización, ya sea sin provocación o al tacto
- Reducir ingesta de alimento y agua.
- Pérdida de peso corporal
- Cambios en piel o pelo, opaco, sucio o grasoso.

Un estado crónico de dolor puede ser más sutil y difícil de detectar. Un buen conocimiento de la apariencia normal y el comportamiento del animal es especialmente importante para poder reconocer el dolor crónico. (Bailey, 2007).

#### **4.4 Indicadores de dolor en cirugía de castración de cerdos**

- Frecuencia de cambios de postura
- Agresión
- Frecuencia de movimiento de cola
- Temblor
- Espalda encorvada
- Cambios en frecuencia cardíaca y respiratoria.(Bailey,2007)

El emplear la analgesia multimodal esto produce acción en diferentes localidades en la trayectoria del dolor y fomenta el control adecuado del mismo.

Hay cuatro clases de agentes analgésicos disponibles:

- Anestésicos locales.
- Aines.
- Opiodes. (butorfanol)
- Alpha-2 adrenérgicos. (xilacina)

Existen otros agentes efectivos que se encuentran fuera de estas cuatro clases. (Bailey J, 2007)

#### **4.5 Descripción de fármacos a evaluar en el protocolo de anestesia**

Los fármacos que se utilizaron en la preanestesia se encuadran dentro de los grupos de tranquilizantes/sedantes, anticolinérgicos y analgésicos.

La medicación preanestésica tiene como objetivo permitir una inducción y recuperación anestésica suave y segura, además de establecer un equilibrio en las constantes vitales del paciente, durante la anestesia general. (Laredo.JF)

##### **4.5.1 SULFATO DE ATROPINA:** fármaco utilizado para el bloqueo reflejo.

Es una droga anticolinérgica extraída de la belladona (*Atropa belladonna*) que se emplea en medicina para disminuir los efectos muscarínicos de los inhibidores de la acetilcolinesterasa, para premedicación preanestésica y para el tratamiento de la bradicardia y la asistolia. También se utiliza para disminuir la motilidad gastrointestinal y como midriático. (Ocampo.H, Sumano. L, 2006)

##### **Farmacodinamia**

Compete por los receptores colinérgicos muscarínicos y al ocuparlos evita que la acetilcolina produzca su acción estimulante eefectora. Con dosis altas bloquea los receptores nicotínicos en la unión neuromuscular. (Ocampo.H, Sumano.L, 2006)

## Farmacocinética

Después de administrarse por VO, vía IM, o inhalada se absorbe y se distribuye bien, llega al SNC, atraviesa placenta y llega a la leche, se metaboliza en el hígado y 30 a 50% de la dosis administrada se elimina sin cambios en la orina.

(Ocampo.H, Sumano.L, 2006)

## Indicaciones

Se usa como antiespasmódico cuando hay hipermotilidad de las vías GI, e hipertonicidad de la vejiga urinaria y en la sobreestimulación del parasimpático sobre los bronquios. Además, también puede reducir el broncoespasmo.

Como antisecretor es útil para mantener las vías respiratorias libres antes y después de la anestesia.

En el corazón la atropina evita el efecto depresor del vago, útil antes de la anestesia.

En cerdos se utiliza principalmente como preanestésico, para evitar la bradicardia y antisecretor. (Cruz, JI; González, A; Burzaco; O, Ocampo H, Sumano.L)

## Dosis y vía de administración

- 0.04 a 0.08mg/kg IM (Bailey,J, 2007) (Ocampo.H,Sumano.L,2006)  
(Cruz, JI; González, A; Burzaco, O; Gay,WI)

## Efectos adversos

Sequedad de hocico y garganta, disfagia, estreñimiento, taquicardia, fotofobia, problemas de visión, depresión, broncodilatación, excitación, convulsiones, y aumento de la presión arterial. Con dosis altas induce a contracción ventricular prematura, incontinencia y vómito.



Contraindicada con animales con glaucoma, íleo paralítico. (Ocampo.H, Sumano. L, 2006, Gay WI).

Tiempo de retiro: 30 días en carne. (Cheminova de México).

#### **4.5.2 CLORHIDRATO DE XILACINA:** fármaco *utilizado para el bloqueo sensitivo*

La xilacina es conocida como derivado tiazínico. Es un potente agonista sintético de los receptores alfa-2adrenérgicos, los cuales se encuentran a nivel de los nervios simpáticos contenidos en el cerebro. Es un sedante, analgésico y relajante de la musculatura esquelética. (Sánchez, B)

#### Farmacocinética

Se absorbe rápidamente Vía IM pero su biodisponibilidad es incompleta: cerdos del 52 a 90%.

Los efectos analgésicos solo persisten entre 15 y 30 minutos, pero los efectos sedativos pueden continuar entre 1-2 horas. La vida media en cerdos es de 30 minutos y la recuperación total se da entre las 1-2 horas en cerdos. (Sánchez, B)

#### Farmacodinamia

La xilacina estimula los receptores periféricos alfa<sub>2</sub>presinápticos, con lo que induce la liberación de noradrenalina. También induce a un estímulo vagal vía central. Además de un efecto analgésico y sedante, la xilacina genera actividad relajante muscular por inhibición de la transmisión intraneural de impulsos. (Ocampo, Sumano. L, 2006)

#### Indicaciones:

Estos indicados cerdos para sedar y facilitar el manejo de animales irritables, para procedimientos quirúrgicos, como medicación terapéutica para sedación y analgesia post-quirúrgica, como agente preanestésico en conjunción de algún anestésico general. (Ocampo. H, Sumano. L, 2006; Sánchez B)

Dosis y vía de administración:

- 2mg/kg de peso corporal, IM (Ocampo. H, Sumano. L, 2006; Bailey J, 2007)

Efectos adversos

Emesis, por lo que es importante el ayuno antes de la aplicación de la xilacina, se pueden tener temores musculares, bradicardia con bloquea parcial en derivada AV, disminución de la frecuencia respiratoria, respuestas violentas a estímulos auditivos, ligera polidipsia. Se puede desarrollar aerofagia la cual puede requerir descompresión. (Ocampo. H, Sumano. L, 2006) (Sánchez, B.)

#### **4.5.3 KETAMINA:** fármaco utilizado para el bloqueo mental

Es un anestésico intravenoso no barbitúrico de acción rápida y corta duración que fue introducida en la clínica por Corssen y Domino en 1965. Produce un estado característico de catalepsia, analgesia, amnesia y sedación, que se ha dado en llamar anestesia disociativa. (Miller RD, 2001)

Farmacodinamia

A diferencia de otros anestésicos inyectables, la ketamina no actúa sobre el receptor de GABA. Los efectos de estado disociativo y analgesia se atribuyen a su acción como antagonista NMDA y agonista sigma. La ketamina parece producir más analgesia frente al dolor somático o periférico que frente al visceral. (Madison. J, 2004)

Para este fin se utiliza ketamina una droga disociativa que consigue sus efectos interaccionando con receptores del grupo glutamato (NMDA) y produce un estado cataléptico, caracterizado por rigidez muscular, salivación, midriasis y persistencia de los reflejo palpebral y laríngeo. (Miller RD, 2001)

### Farmacocinética

Se distribuye rápidamente y tiene afinidad por cerebro, hígado, pulmón y grasa. La unión a proteínas plasmáticas 30-50%. Se metaboliza en hígado por desmetilación e hidroxilación y se elimina por vía urinaria. Al incrementar la dosis aumenta la duración del efecto pero no la intensidad.

Por vía intramuscular el efecto máximo se alcanza en 10 a 15 min en un ambiente tranquilo. (Miller RD, 2001)

### Indicaciones

Premedicación, inducción y mantenimiento de la anestesia en todas las especies animales. Como agente anestésico único o combinado. (Madison, H)  
Anestesia generales cortas, para producir una inmovilización del paciente con la finalidad de realizar maniobras quirúrgicas cortas o procedimientos diagnósticos que no requieran de relajación muscular.

El grado de sedación es limitado y por ello se recurre en ocasiones a una mezcla de mayor potencia por vía IM, que permita una manipulación del animal más cómoda y un acceso venoso.

La asociación con otras drogas limita estos efectos catalépticos y mejora el resultado final: el cerdo queda semiinconsciente y relajado. Ello facilita la colocación de una vía venosa, para actuaciones anestésicas posteriores (Cruz, JI; González, A; Burzaco, O. s. f)

### Dosis y vía de administración:

- 10 mg/kg vía IM (Bailey J, 2007)  
Tiempo retiro: 2 días en carne. (Bailey J, 2007).

## Efectos adversos

La ketamina causa alucinaciones. Está contraindicada en animales gestantes debido a que atraviesa la placenta y puede inducir a sedación de los fetos.

Contraindicada para animales con daño hepático y renal.

En general puede producir las siguientes reacciones: depresión respiratoria, emesis, vocalización, recuperación prolongada, disnea, convulsiones, opistotonos y paro cardíaco.

Para prevenir la excesiva salivación, especialmente en gatos y cerdos, se recomienda una premedicación con atropina (0.02-0.1mg/K.P.V) Por la Ketamina, los animales dosificados se mantienen con los ojos abiertos, por lo que se recomienda aplicar durante la intervención, un lubricante oftálmico para prevenir una sequedad excesiva de la córnea. (Ocampo. H, Sumano. L, 2006)

### **4.5.4 BUTORFANOL:** *fármaco para bloquear el efecto sensitivo*

Derivado benzomorfolino sintético. El tartrato de butorfanol es un opioide potente agonista-antagonista, con una potencia 3.5 a 7 veces el de la morfina, o 30 a 40 veces el de la meperidina. El butorfanol tiene una dosis efecto tope para provocar depresión respiratoria y analgesia a altas dosis (30-60 mcg/kg). La depresión respiratoria y sus efectos psicoticomiméticos se pueden revertir con naloxona. Las dosis analgésicas incrementan la presión arterial sistémica, la presión de la arteria pulmonar y el gasto cardíaco.

La analgesia que ejerce no es suficiente para usarse en cirugía. Produce un incremento suave de la presión arterial sistólica en la premedicación. (Ocampo. H, Sumano. L, 2006)

## Farmacodinamia

Este fármaco es tres a cinco veces más potente que la morfina. Es un opioide agonista-antagonista el cual actúa en los receptores  $\mu$  y  $\kappa$ .

Un opioide puede actuar como agonista (estimulando al receptor) o antagonista (bloqueando el receptor) en cada tipo de receptor de forma independiente. Hay opioides que se consideran agonistas-antagonistas porque bloquean unos receptores y estimulan otros.

#### Farmacocinética

Cuando se administra IM se absorbe por completo. Debido a que sufre del efecto de primer paso 1/6 parte de la dosis llega a la circulación sistémica.

Se distribuye ampliamente y alcanza concentraciones altas en hígado, riñones, intestinos, y tejido adiposo son iguales a las medidas del plasma. Alrededor del 80% del fármaco se une a proteínas plasmáticas. Atraviesa placenta, se distribuye a la leche.

Latencia: 1-5 min IV; efecto máximo: 5-10 min IV, 30-60 min IM. Duración: 2-4 hrs, IV; IM. Eliminación: Hepática y renal. (Ocampo. H, Sumano. L, 2006)

#### Indicaciones:

Para dolor moderado a grave, analgesia transquirurgica, postquirurgica y obstétrica durante el parto y periodo expulsivo.

(Ocampo. H, Sumano. L, 2006)

#### Dosis y vía de administración:

Como medicación preanestésica 0.1 a 0.2mg/kg IM. (Bailey, J 2007)

#### Efectos adversos:

Cruza la barrera placentaria por lo que puede producir depresión respiratoria neonatal (usar naloxona). Esta droga incrementa levemente el trabajo cardiaco por lo que debe usarse con mucho cuidado en pacientes con cardiopatías.

Tiempo de retiro: 0 días en carne.

#### **4.5.5 PROPOFOL:** fármaco utilizado para mantenimiento anestésico (hipnótico).

Es un derivado alquilofenólico sin poder analgésico, que tiene la ventaja sobre el tiopental de que no es acumulativo. Ello permite la posibilidad de practicar mantenimientos anestésicos por vía intravenosa con total y pronta recuperación del animal al cabo de unos minutos después de detener su administración. El propofol se administra en el cerdo con bomba de infusión para controlar mejor su dosificación a razón de 9-13 mg/kg/hrs. (Cruz, JI; González, A; Burzaco, O. s. f)

#### Farmacodinamia

El propofol parece activar los receptores GABA mediante su unión a un sitio diferente al tiopental pero que determina la misma apertura de los canales de cloruro, causando hiperpolarización celular.

#### Farmacocinética

El propofol tiene vida media de 5.3h y volumen de distribución en el estado estable de 6.5L/Kg. Su tasa de depuración es de 50ml/kg/min y su tiempo de estancia en el organismo es de 2.2 horas.

Se biotransforma con la eficacia en el hígado y no parece acumularse, se une notablemente a eritrocitos y proteínas plasmáticas y puede ser desplazado por opioides inducen un efecto anestésico intenso debido al propofol libre y al efecto del narcótico por sí solo. Se une a proteínas plasmáticas en un 97-99% por lo que si llega a ocurrir un desplazamiento de 1-3 %, puede aumentar la anestesia hasta en 300%, dado que la concentración del propofol libre en sangre se incrementa en magnitud referida.

Las concentraciones sanguíneas útiles para la inhibición del reflejo palpebral varían entre 1.88 y 3.92mg/ml. El tiempo de recuperación es menor por 5 minutos del propofol a diferencia de agente inhalados. (Ocampo.H, Sumano.L, 2006) El metabolismo es por gluco y sulfoconjugacion hepática, eliminándose los productos de degradación en un 88% por riñón.

## Indicaciones y uso

El Propofol es un agente anestésico por vía IV que puede utilizarse tanto para la inducción y/o mantenimiento de la anestesia, o como parte de una técnica anestésica balanceada para cirugías intrahospitalarias y ambulatorias. (Abbott Laboratories, 97)

Se ha recomendado su uso en procedimientos quirúrgicos de superficie, endoscopias, exploraciones radiológicas, resonancia magnética y tratamientos de radioterapia antineoplásica. (Mayoral, I; Ynaraja, E. 2004.)

Puede utilizarse en neurocirugía ya que no eleva la presión intracraneal y tiene efectos protectores sobre el cerebro. (Navarrete, V. 1999)

Su metabolismo rápido lo convierte en una buena inducción en cesáreas, teniendo en cuenta que desde la inyección hasta retirar los lechones deben transcurrir 10-15 minutos, para que sea la propia madre quien metabolice el medicamento. (Mayoral, I; Ynaraja, E. 2004.).

## Dosis y vía administración

- Inducción: Una dosis de 2 mg/kg IV
- Mantenimiento en bolus: 11 mg/kg/h IV (Cruz, JI; González, A; Burzaco. O; Gay, WI, 2002)

## Efectos adversos

Durante la anestesia, estos pueden incluir:

- Sensación de dolor mientras se le está administrando la inyección para inducir la inconsciencia.
- Descenso de la tensión arterial.
- Cambios en su patrón respiratorio.
- Algunas contracciones nerviosas y agitación.
- Raramente, reacciones alérgicas.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Recursos humanos

- Estudiante tesista
- Asesores de tesis
- Colaboradores:
  - cirujano y asistente
  - Asistente anestesista
  - Personal granja.

### 5.2 Área de trabajo:

El estudio se realizó en la granja la Montaña ubicada en el Km. 45 carretera Mataquescuintla, San José Pínula, Guatemala.

### 5.3 Recursos biológicos:

Se realizó el estudio utilizando 20 cerdos, raza Daland de 30kg- 33kg de peso corporal.

### 5.4 Materiales y equipo:

- Estetoscopio
- 10 Sueros de solución salina
- 20 venoclisis
- 30 angiocath No.24



- 50ml de atropina al 1%
- 50 ml de clorhidrato de xilacina 10%
- 8 frascos(10ml) de clorhidrato ketamina 10%
- 10ml de butorfanol al 10%
- 200ml de propofol al 2% (viales de 100ml al 1%)
- Equipo mínimo de cirugía
- Guantes
- Material de sutura
- Yodo 5%
- Jabón antibacteriano
- Hielera
- Hielo
- Mesa
- Botas de hule
- Overol

## 5.5 Métodos

Para realizar el estudio sobre el protocolo de anestesia general balanceada, se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

Tamaño de la muestra:

Los animales que estudié fueron 20 cerdos de la misma raza (hibrida) y peso (30 kg-33kg) en las mismas condiciones de crianza (intensiva).

Procedimiento:

- Condiciones de cerdos antes del procedimiento: los animales se pusieron en otro corral con las mismas condiciones en las que se encontraban con la misma alimentación (concentrado) y agua aunque se les retiró el alimento 6 horas antes de la cirugía, y agua 2 horas antes.
- Tomé parámetros fisiológicos previos a la inducción.
- Se evaluó temperatura ambiental y humedad de la granja.
- Para evaluar la anestesia general balanceada me basé en sus cuatro componentes:
  - ✓ Sensorial
  - ✓ Motor
  - ✓ Reflejo
  - ✓ Mental

Los Fármacos utilizados fueron:

El orden de la aplicación de los fármacos es el siguiente:

<b>Fármaco</b>	Butorfanol(1)	Atropina(2)	Xilacina(3)	Ketamina(4)	Propofol(5)
<b>Función</b>	Bloqueo sensitivo, Analgésico opioide	Bloqueo Reflejo, Anticolinérgico	Bloqueo Motor. Sedante, analgésico y relajante muscular	Bloqueo Mental, Preanestésico. Anestésico disociativo	Hipnótico Mantenimiento anestésico
<b>Dosis</b>	0.1mg/kg	0.04mg/kg	1mg/kg	10mg/kg	11mg/kg/hr
<b>Vía de administración</b>	IM	IM	IM	IM	IV
<b>Hora de aplicación</b>	Al minuto 0	Al minuto 5	Al minuto 10	Al minuto 15	Al minuto 20 a 40 min en bolos cada 2 min.

El tiempo total de la anestesia y cirugía fue de 40 minutos.

- Para evaluar la sedación me basé en pérdida de movimiento corporal, hiporreflexia (reflejo parpebral e interdigital), ventriflexión cervical, somnolencia.

- Para evaluar analgesia:

Según Boothe, Tranquilli, Guyton, Bonilla 1999, la taquipnea y la taquicardia son indicadores de dolor. Determiné auscultando con un estetoscopio si hay aumento por minuto, en las frecuencias cardiacas y respiratorias al provocar los estímulos dolorosos transquirúrgicos.

Patrón respiratorio: Abdominal, costal o costo abdominal

Registré las frecuencias cardíacas y respiratorias antes, durante y después del estímulo doloroso transquirúrgico.

Para evaluar analgesia me basé en los parámetros fisiológicos normales en un cerdo anestesiado:

**Frecuencia Cardíaca: 80-120 pulsaciones/min**

**Frecuencia Respiratoria: 10-20 respiraciones/min**

**Temperatura Corporal: 39°C (Bailey, J 2007)**

Los estímulos dolorosos específicos realizados en la cirugía de castración son:

- Corte de escroto
  - Incisión de túnica albugínea previa a exposición del testículo
  - Ligadura de paquete vasculonervioso
  - Corte del paquete vasculonervioso
  - Sutura de piel
- a. Registré el tiempo de recuperación desde el final de la cirugía hasta que el cerdo adopto la posición decúbito esternal.
- b. Durante la cirugía evalué por medio de la observación los efectos adversos de la anestesia: Como depresión respiratoria, cardíaca y aumento de temperatura.

Para evaluar efectos adversos como la hipertermia tomé la temperatura con un termómetro rectal cada 25 minutos desde antes de la inducción hasta la recuperación del paciente.

#### 5.5.4. Descripción técnica quirúrgica

Los pasos que seguí fueron:

Limpieza y desinfección del área quirúrgica:

1. Corte de escroto con bisturí No.4 al centro de los dos testículos
2. Incisión de túnica albugínea previa a exposición del testículo
3. Ligadura de paquete vasculonervioso
4. Corte del paquete vasculonervioso con tijera mayo recta
5. Sutura de piel

#### 5.6 Análisis estadístico

Se midió y utilizó estadística descriptiva para cuantificar sedación, analgesia, tiempo de recuperación y efectos adversos.

Las variables medidas fueron:

- Frecuencia cardiaca
  - Frecuencia respiratoria
  - Pérdida de movimiento corporal
  - Tiempo de recuperación
  - Efectos adversos (temperatura)
1. Registré las frecuencias cardiacas y respiratorias antes, durante y después del estímulo doloroso transquirúrgico.
  2. Registré sedación por medio de pérdida de movimiento corporal, hiporreflexia, ventriflexión cervical, somnolencia.

3. Registré el tiempo de recuperación desde el final de la cirugía hasta que el cerdo adoptó la posición decúbito esternal.
4. Durante la cirugía evalué por medio de la observación los efectos adversos de la anestesia.

Para determinar la diferencia entre variables y entre tiempo de evaluación (antes, durante, después de cada estímulo quirúrgico), se utilizaron las pruebas de Friedman y prueba de T, dependiendo la naturaleza de la variable.

Las variables a evaluar con Prueba T:

- ✓ Efectos adversos
- ✓ Tiempo de recuperación

Las variables a evaluar con la prueba de Friedman son:

- Sedación: pérdida de movimiento corporal, hiporeflexia, ventriflexión cervical, somnolencia.
- Analgesia

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este protocolo de anestesia ayuda o contribuye con la tercera y cuarta libertad de bienestar animal debido que la anestesia es un método farmacológico el cual hace disminuir el manejo físico que en la mayoría de los casos va en contra del bienestar animal.

Para comparar estadísticamente sedación, analgesia, tiempo de recuperación, efectos adversos se procedió a la siguiente evaluación:

En la evaluación de sedación no existió diferencia significativa según la prueba Friedman ( $p > 0.9$ ) por lo que se consideró una buena sedación en base a que se obtuvo en el 100% de los animales pérdida de movimiento corporal, somnolencia, hiporeflexia, ventriflexión cervical descritos en la definición de anestesia general balanceada.

En la evaluación de analgesia se obtuvo un promedio de frecuencia cardíaca durante toda la cirugía de  $117.5 \pm 1.8$  pulsaciones por minuto, teniendo un coeficiente de variación de 0.72% y una frecuencia respiratoria promedio de  $18.27 \pm 2.2$  respiraciones por minuto teniendo como coeficiente de variación de 3.80%, según la prueba de Friedman no existió diferencia significativa en la frecuencia cardíaca ( $p > 0.9$ ) y en la frecuencia respiratoria ( $p > 0.92$ ).

Se obtuvo analgesia debido a que no existieron cambios en las frecuencias ya que las mismas están dentro de los parámetros normales de un cerdo anestesiado.

Para el tiempo de recuperación, se obtuvo una media de  $19 \pm 4$  minutos con un coeficiente de variación de 21.02%, según la prueba de T no existió diferencia significativa, comparada con la tesis Salas, Gutiérrez el cual tiene una media de  $1092 \pm 391.71$  minutos (18.2 horas) se encontró una diferencia altamente significativa entre los dos tiempos de recuperación.

Para el análisis de los efectos indeseables se aplicó la prueba de T donde no hubo diferencia significativa en temperatura corporal y temperatura ambiental por lo que no se determinaron efectos indeseables en el 100% de los casos.

Éste cumplió con los requisitos necesarios de una anestesia general balanceada por lo que ésta es una opción segura para emplearse en cerdos.

El costo de la anestesia se debe dejar a criterio del propietario del animal debido a que es aproximadamente de Q.150.00, siendo un monto considerable ya que la anestesia es más segura y sin efectos adversos en comparación a las actuales las cuales pueden comprometer la vida del animal.

Este protocolo de anestesia general balanceada cumple con las libertades de bienestar animal.



## VII. CONCLUSIONES

1. El protocolo de anestesia general balanceada cumplió con las características de la misma siendo estas sedación, analgesia, tiempo corto de recuperación, sin efectos adversos por lo que este protocolo es seguro.
2. Los cerdos tuvieron sedación debido a que no existió diferencia significativa según la prueba Friedman ( $p>0.9$ ) por lo que se consideró una buena sedación en base a que se obtuvo en el 100% de los animales pérdida de movimiento corporal, somnolencia, hiporeflexia, ventriflexión cervical descritos en la definición de anestesia general balanceada.
3. Los cerdos tuvieron una buena analgesia debido a que las variables o frecuencias (frecuencia cardíaca y respiratoria) no tuvieron diferencia significativa según la prueba de Friedman ( $p>0.9$ ) por lo que están dentro de los parámetros normales de un cerdo anestesiado según la tabla descrita por Bailey J.2007.
4. El tiempo de recuperación fue de 19 minutos por lo que se consideró corto.
5. No se observaron efectos adversos en el 100% de los casos
6. Para la realización de éste protocolo se necesita un mínimo de dos personas, uno que se encargue de la anestesia y el otro de la cirugía.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio con el mismo protocolo de anestesia pero evaluando costo beneficio del protocolo.
2. Realizar estudios que involucren el bienestar animal debido a que esta es una casa de estudios en donde se fomenta la educación por medio del ejemplo por lo que aquí es donde se debe empezar.
3. Realizar este estudio con el mismo protocolo solo cambiar el analgésico debido a que éste eleva el valor de la anestesia y es de difícil adquisición.
4. Evaluar la factibilidad de realizar este estudio en el campo.

## IX. RESUMEN

Para la realización de esta investigación fueron empleados 20 cerdos, siendo el objetivo evaluar si el protocolo cumple con los requisitos de una anestesia general balanceada siendo estos; sedación, analgesia, tiempo de recuperación, efectos adversos.

En los resultados obtenidos de este estudio sobresalen las siguientes características generales:

Durante la evaluación de sedación se pudo constatar que el 100% de los cerdos tuvieron pérdida de movimiento corporal, hiporeflexia, ventriflexión cervical y somnolencia por lo que se consideró una adecuada sedación.

En la evaluación de analgesia se obtuvo un promedio de frecuencia cardiaca durante toda la cirugía de  $117.5 \pm 1.8$  pulsaciones por minuto, teniendo un coeficiente de variación de 0.72% y una frecuencia respiratoria promedio de  $18.27 \pm 2.2$  respiraciones por minuto siendo su coeficiente de variación de 3.80%, según la prueba de Friedman no existió diferencia significativa en la frecuencia cardiaca ( $p>0.9$ ) y en la frecuencia respiratoria ( $p>0.92$ ).

Se obtuvo analgesia debido a que no existieron cambios en las frecuencias ya que las mismas están dentro de los parámetros normales de un cerdo anestesiado.

El tiempo de recuperación fue en promedio de  $20 \pm 4$  minutos, este tiempo transcurrido desde que finalizó la cirugía hasta que los cerdos adoptaran la posición de cúbito esternal, teniendo un coeficiente de variación de 21.9%.

No se observaron efectos adversos.

El protocolo de anestesia cumplió con las características de sedación, analgesia, tiempo corto de recuperación, sin efectos adversos.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Abbott Laboratories. 1997. Prospecto farmacológico del Propofol. U.S.
2. Cheminova. sf. Instructivo farmacológico de sulfato de atropina. México,cheminova.1p.
3. Bailey ,J. et al .2007, Large animal anesthesiology. Florida, US, University of Florida, p. 4-1a 4-12
4. Boothe, D etal 1999. Pain management in ovariohisterectomy canine. A Clinical Approach To Everyday Cases. No. 1: 3-5, 95-98p.
5. Cruz, JI; González, A; Burzaco, O. s. f. Avances en anestesia y analgesia del cerdo (*Sus escrofa domestica*). (en línea). Consultado 4 ene. 2009. Disponible en <http://www.consultavet.org/pdf/anestesia-cerdo.pdf>
6. Dyce, K; Sack, W; Wensing, C. 1999. Anatomía Veterinaria. 2 ed. México, McGraw-Hill/Interamericana. 952 p.
7. Gay, WI. 1997, Consideraciones especiales de la anestesia en cerdos.(en línea) Consultado 12 nov. 2008. Disponible en <http://www.oc.lm.ehu.es/Fundamentos/doctorado/cursos/CirExp/016.pdf>
8. Gatica C,2004. Evaluación de propofol como anestésico en cerdos. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. 12p.
9. González, S. 2002. Anestesia. (en línea). Consultado 15 nov 2008. Disponible en <http://www.ucm.es/info/secivema/apuntesanest/16.%20CerdoRumiantes.pdf>



10. Guyton, A; Hall M. 2001. Tratado de fisiología médica. 10 ed. Trad. J Agud Aparicio. México, McGraw-hill. Interamericana. 1046 p.
11. Higgins, L. 2000. Propofol (Dipriván, Recofol). (en línea). Consultado 4 ene. 2009. Anestesiología Mexicana en internet. Consultado 8 ene.2009 Disponible en <http://www.anestesia.com.mx/>
12. Laredo. JF. s. f. La preanestesia. (en línea). Consultado 4 ene. 2009. Disponible en <http://www.consultavet.org/pdf/anestesia-cerdo.pdf>
13. Madison, J; Page, S; Church, D, Farmacología clínica, primera edición, editorial Inter-Medica, p.83
14. Mayoral, I; Ynaraja, E. 2004. Propofol: Un anestésico general inyectable de utilidad en la clínica de animales. (en línea). Consultado 16 ene 2009. Disponible en <http://www.redveterinaria.com./cyber/propofol.php>
15. Miller RD. 2001, Ketamina (en línea) Consultado 4 ene. 2009. Disponible en <http://www.uam.es/departamentos/medicina/anesnet/agenda/farmacologia/ketamina.htm>
16. Molina, Molina, F. 2002. Determinación de las variables clínicas en la inducción, analgesia, relajación muscular y recuperación de perros anestesiados con Propofol. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC/ FMVZ. 10p.
17. Navarrete, V. 1999. Propofol (Diprivan) en anestesia y reanimación neuroquirúrgica. (en línea). Consultado 8 ene. 2009. Disponible en <http://www.neuroc99.sld.cu/text/propofol.htm>



18. Sánchez, B. 2004, Procin (en línea). Consultado 3 ene. 2009. Disponible en [http://www.pisaagropecuaria.com.mx/agropecuaria/agro\\_procin2.pdf](http://www.pisaagropecuaria.com.mx/agropecuaria/agro_procin2.pdf)
19. Salas, Gutiérrez, f. 2007. Comparación de dos protocolos anestésicos en cerdos, tesis lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC/ FMVZ. p.39
20. Skarda, R.T etal 1998. Veterinary anesthesia. 2 ed. St. Louis, Missouri.,US., Mosby. 510 p.
21. Sumano, H; Ocampo, L. 1999. Farmacología Veterinaria. 3 ed. México, McGrawHill/Interamericana. 574 ,725, 1028, 669, 1022, 540, 541, 1014 p.



# **XI. ANEXOS**

## ANEXO 1

Cuadro No.1 (Sedación)

No. Cerdo	Perdida de movimiento corporal	Hiporeflexia	Ventriflexión cervical	Somnolencia
1	x	x	x	x
2	x	x	x	x
3	x	x	x	x
4	x	x	x	x
5	x	x	x	x
6	x	x	x	x
7	x	x	x	x
8	x	x	x	x
9	x	x	x	x
10	x	x	x	x
11	x	x	x	x
12	x	x	x	x
13	x	x	x	x
14	x	x	x	x
15	x	x	x	x
16	x	x	x	x
17	x	x	x	x
18	x	x	x	x
19	x	x	x	x
20	x	x	x	x
	x	x	x	x



## ANEXO 2

### Cuadro No.2 (Analgesia)

#### Frecuencia cardiaca

No.cerdo	ESTIMULO 1	ESTIMULO 2	ESTIMULO 3	ESTIMULO 4	ESTIMULO 5
1	118	118	118	118	118
2	116	116	116	116	116
3	117	117	117	117	117
4	116	116	116	116	116
5	116	116	116	116	116
6	115	115	115	115	115
7	116	116	116	117	117
8	115	115	115	115	115
9	116	117	117	117	117
10	114	114	114	114	114
11	115	115	115	115	115
12	116	116	116	116	116
13	117	117	117	117	117
14	118	118	118	118	118
15	116	116	116	116	116
16	117	117	117	117	117
17	116	116	116	116	116
18	118	119	118	118	118
19	118	118	119	119	119
20	117	117	117	118	118

**Frecuencia respiratoria**

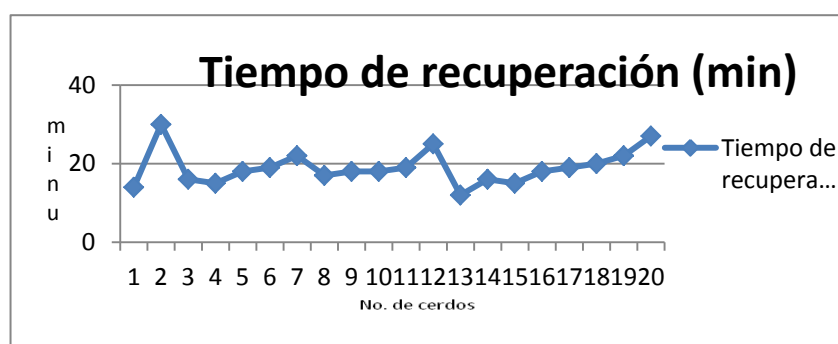
No.cerdo	ESTIMULO 1	ESTIMULO 2	ESTIMULO 3	ESTIMULO 4	ESTIMULO 5
1	15	15	15	15	15
2	14	14	14	15	15
3	16	16	16	17	17
4	12	12	12	12	12
5	16	16	16	16	16
6	15	15	15	15	15
7	18	18	18	18	18
8	17	17	17	17	17
9	16	16	16	17	17
10	17	17	17	18	18
11	18	18	18	18	18
12	15	15	15	15	15
13	16	16	16	16	16
14	13	13	13	13	13
15	14	14	14	14	14
16	16	16	16	16	16
17	16	16	16	16	16
18	15	15	15	15	15
19	18	18	18	19	19
20	19	19	19	19	19

### ANEXO 3

#### Cuadro y grafica No.3

#### Tiempo de recuperación

No. cerdo	Tiempo de recuperación (min)
1	14
2	30
3	16
4	15
5	18
6	19
7	22
8	17
9	18
10	18
11	19
12	25
13	12
14	16
15	15
16	18
17	19
18	20
19	22
20	27

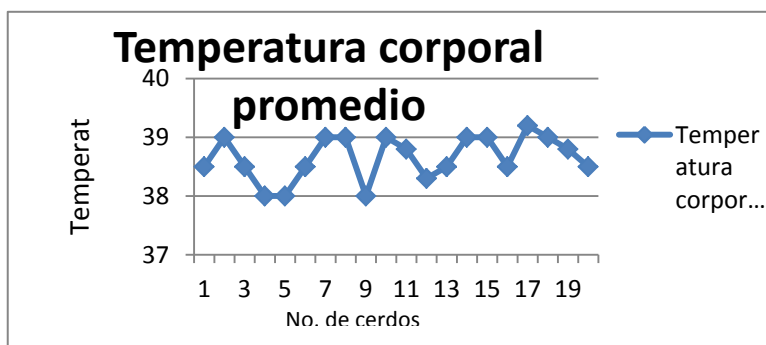


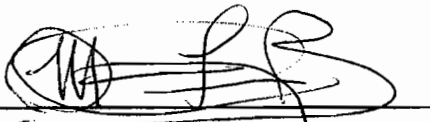
## ANEXO 4

### Cuadro y grafica No.4

#### Efectos Adversos

No. cerdo	Temperatura corporal promedio	Temperatura ambiental
1	38.5	21.5°C
2	39	21.5°C
3	38.5	21.5°C
4	38	22.3°C
5	38	22.3°C
6	38.5	22.3°C
7	39	22.8°C
8	39	23°C
9	38	22°C
10	39	22°C
11	38.8	22°C
12	38.3	21°C
13	38.5	21°C
14	39	21.5°C
15	39	21.5°C
16	38.5	20.5°C
17	39.2	24°C
18	39	24°C
19	38.8	23.1°C
20	38.5	23.1°C

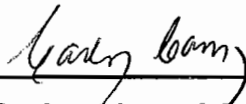




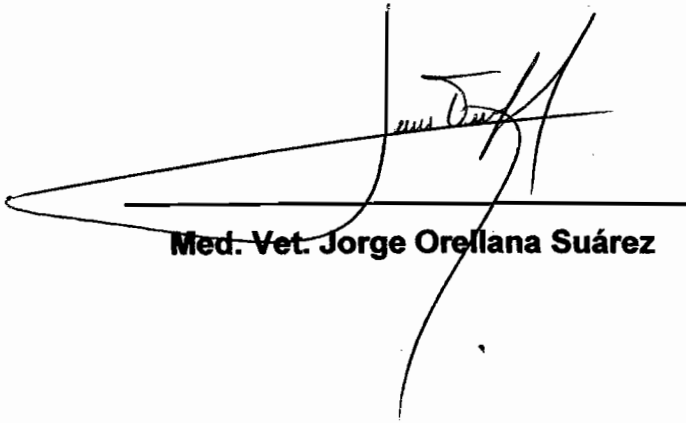
**Br. Mariluz Pineda Guzmán**



**Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras**



**Med. Vet. Carlos Manuel Camey Rodas**



**Med. Vet. Jorge Orellana Suárez**

**IMPRIMASE:**



**Med. Vet. Leónidas Ávila Palma**  
**DECANO**

