

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN UNA POBLACIÓN DE MONOS  
MACHINES NEGROS (*Sapajus macrocephalus*) EN CAUTIVERIO BAJO SEDACIÓN CON  
KETAMINA-XILACINA

**ANDREA ZEBALLOS MORA**

Tesis para optar por el Título Profesional de Médica Veterinaria

Asesora: Mg. MV. Ursula Bezold Arnillas

Lima, Perú  
2021



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN UNA POBLACIÓN DE MONOS  
MACHINES NEGROS (*Sapajus macrocephalus*) EN CAUTIVERIO BAJO SEDACIÓN CON  
KETAMINA-XILACINA**

**ANDREA ZEBALLOS MORA**

Tesis para optar por el Título Profesional de Médica Veterinaria

Asesora: Mg. MV. Ursula Bezold Arnillas

Lima, Perú  
2021

## **DEDICATORIA**

A mi madre por haberme inculcado la perseverancia, proyección y ganas de superación, gracias por siempre estar presente.

A mi tía Mónica por su apoyo incondicional en mi vida profesional, sin su apoyo no sería posible nada de esto, te estaré eternamente agradecida.

A mi angelito JC, siempre te tengo y tendré presente.

A Milow y Luke por reafirmarme día a día que elegí la mejor carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Mg. MV. Ursula Bezold por haber aceptado ser mi asesora a pesar de su escaso tiempo y por haberse interesado por mi tema, muchas gracias por su guía en todo este proceso, no pude haber tenido mejor asesora.

A Roberto, mi compañero de proyectos y sueños por su apoyo en la parte final de mi tesis y por motivarme en todo este camino.

Al MV. Fernando García, por haber confiado en mi al prestarme su equipo, lo cual fue indispensable para la realización de mi tesis, gracias doc.

A mis amigos Enzo y Alejos por su apoyo operativo y motivacional desde el día uno de todo este camino, gracias por todo.

A la MV. Giovanna Yépez por brindarme las facilidades para la realización de mi tesis y por siempre permitir la investigación en el Zoo.

A mis amigas Mafer y Susanne por acompañarme y motivarme en todo este camino.

A mi padre, por los consejos brindados y por haber heredado de él, el amor por la ciencia

A Godofredo y su manada por ser el eje principal de mi tesis

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue obtener valores promedios, mínimos y máximos de parámetros electrocardiográficos en una población de monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) en cautiverio bajo sedación con ketamina-xilacina, además de determinar si existen diferencias en los parámetros según sexo, peso y grupo etario. El estudio se realizó en el Patronato Parque de las Leyendas, donde se obtuvieron los electrocardiogramas de 25 monos machines negros, 13 machos y 12 hembras con distintas edades clasificadas como adultos y gerontes. Los resultados fueron presentados mediante tablas y gráficos. Se obtuvo que la media de la frecuencia cardiaca fue de  $150.2 \pm 30$  lpm, la media de la onda P fue de  $0.03 \pm 0.007 / 0.12 \pm 0.06$  s/mV, la media del segmento PR fue de  $0.08 \pm 0.02$  s, del complejo QRS fue de  $0.04 \pm 0.009 / 0.33 \pm 0.4$  s/mV, del segmento ST se obtuvo que el 88% presentó segmento isoelectrico y el 12% presentó una elevación de 0.05 mV. La media del intervalo QT fue de  $0.18 \pm 0.03$  s, el 92% presentó onda T positiva y el 8% onda T negativa y la media del eje eléctrico fue de  $0.12 \pm 42.3$  °. Asimismo, se halló un valor fuera de rango en la duración de la onda P (0.2 s) de un individuo, otro individuo con valor fuera de rango en el segmento PR (0.8 s) y otro con valor fuera de rango en el eje eléctrico ( $-112$  °). El presente estudio contribuye con la escasa información disponible sobre la especie a nivel electrocardiográfico además de conocer los valores de ECG de la población trabajada bajo este protocolo anestésico.

Palabras clave: electrocardiograma, mono, onda, duración, amplitud

## ABSTRACT

The objective of this study was to obtain mean, minimum, and maximum values of electrocardiographic parameters in a population of tufted capuchin monkeys (*Sapajus macrocephalus*) in captivity under sedation with ketamine-xylazine, in addition to establishing if there are differences in the parameters according to sex, weight and age group. The study was carried out at the “Patronato Parque de las Leyendas”, where electrocardiograms were obtained from 25 tufted capuchin monkeys, 13 males and 12 females with different ages classified as adults and elderly. The results were submitted using tables and graphs. The mean of the heart rate was  $150.2 \pm 30$  bpm, the mean of the P wave was  $0.03 \pm 0.007 / 0.12 \pm 0.06$  s/mV, the mean of the PR segment was  $0.08 \pm 0.02$  s, the QRS complex was  $0.04 \pm 0.009 / 0.33 \pm 0.4$  s/ mV, from the ST segment it was obtained that 88% presented isoelectric segment and 12% presented an elevation of 0 .05 mV. The mean of the QT interval was  $0.18 \pm 0.03$  s 92% had positive T wave and 8% negative T wave and the mean of the electrical axis was  $0.12 \pm 42.3$  ° Likewise, an out-of-range value in the duration of the P wave (0.2 s) was found in one of the individuals and another individual with an out-of-range value in the PR segment (0.8 s) and another with an out-range value in the electric axis (-112 °). The present study contributes to the lack of information available on the specie at an electrocardiographic level in addition to knowing the ECG values of the population worked under this anesthetic protocol.

Keywords: electrocardiogram, monkey, wave, duration, complex

## INDICE

### ÍNDICE DEL CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
IV.	OBEJTIVOS .....	5
	4.1 Objetivo General.....	5
	4.2 Objeticos Específicos .....	5
V.	MARCO TEORICO .....	6
	5.1 Generalidades.....	6
	5.1.1 <i>Sapajus macrocephalus</i> .....	6
	5.1.2 Taxonomía.....	6
	5.1.3 Distribución.....	7
	5.1.4 Reproducción .....	7
	5.1.5 Comportamiento .....	8
	5.1.6 Alimentación .....	8
	5.1.7 Situación actual .....	9
	5.1.8 Cautiverio .....	10
	5.2 Electrocardiografía .....	11
	5.2.1 Definición.....	11
	5.2.2 Ondas e intervalos.....	12
	5.2.3 ECG en primates .....	14
VI.	ANTECEDENTES .....	16

VII.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
	7.1 Lugar de ejecución.....	20
	7.2 Tipo y diseño de investigación .....	20
	7.3 Operacionalización de la variable.....	22
	7.4 Procedimiento .....	23
	7.5 Análisis de datos .....	26
	7.6 Aspecto ético.....	27
VIII.	RESULTADOS.....	28
IX.	DISCUSIÓN .....	38
X.	CONCLUSIONES .....	42
XI.	RECOMENDACIONES .....	43
XII.	REFERENCIAS.....	44
XIII.	ANEXOS.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados en los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s .....30

**Tabla 2.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados a 12 monos machines negros hembras y 13 monos machines negros machos bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s.....31

**Tabla 3.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados a 14 monos machines negros con peso normal y 11 monos machines negros con sobrepeso bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s .....32

**Tabla 4.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados a 03 monos machines negros adultos y 22 monos machines negros gerontes bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s.....33

## INDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico 1.** Boxplot de la frecuencia cardíaca (lpm) de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados .....34

**Gráfico 2.** Boxplot de la duración (s) de la onda P de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados .....34

**Gráfico 3.** Boxplot de la amplitud (mV) de la onda P de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados .....35

**Gráfico 4.** Boxplot de la duración (s) del segmento PR de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.....35

**Gráfico 5.** Boxplot de la duración (s) del complejo QRS de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.....36

**Gráfico 6.** Boxplot de la amplitud (mV) del complejo QRS de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.....36

**Gráfico 7.** Boxplot de la duración (s) del segmento QT de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.....37

**Gráfico 8.** Boxplot del eje eléctrico (°) de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenidos de los ECG realizados.....37

## I. INTRODUCCIÓN

Diversos factores amenazan actualmente a la fauna silvestre del Perú, siendo el de mayor impacto el tráfico ilegal donde se busca cazar distintas especies para luego ser vendidas como carne de monte o como mascotas. Una de las especies con alta demanda en el tráfico ilegal es el mono machín negro (*Sapajus macrocephalus*) que viene siendo objeto de caza por los pobladores locales, ya que ven en ellos una fuente de alimento por su carne, y de ingreso económico por la venta de las crías (Aquino *et al.*, 2000). Debido a esto, la población de esta especie en cautiverio ha aumentado, ya sea en centros de rescate o zoológicos.

El mono machín negro es un primate de la familia *Cebidae* que se encuentra distribuido ampliamente en la selva del Perú. Es de tamaño mediano, el cuerpo posee un color de pelaje variado que va desde un castaño claro hasta un castaño oscuro (Defler, 2003). Posee costumbres diurnas, gregarias y arbóreas, es posible la actividad nocturna de forma esporádica cuando la luna llena lo permite (Aquino y Encarnación, 1994).

Cuando un animal silvestre es decomisado del tráfico ilegal, por lo general no puede ser devuelto a su hábitat, ya que mayormente los decomisos son crías como en el caso de los primates, donde matan a las madres para capturar a las crías para venderlas como mascotas. En este caso los primates deben ser criados en centros de rescate o zoológicos por profesionales que garanticen que los animales puedan desarrollarse lo mejor posible en cautiverio. (SERFOR y WCS, 2016).

Al haber incrementado el número de machines negros en cautiverio es necesario conocer y obtener datos de todos los aspectos fisiológicos posibles para poder así llevar un control exacto y poder prevenir enfermedades o patologías. Si bien actualmente hay algunos estudios científicos sobre esta especie, los datos sobre la función cardiaca son aún escasos, lo que dificulta conocer el perfil cardiológico de cada individuo en cautiverio y sin poder conocer si presentan o no alguna cardiopatía.

Son varios los métodos de diagnóstico cardiológico disponibles siendo uno de ellos la electrocardiografía (ECG), la cual nos brinda información de los impulsos eléctricos del corazón y, mediante cada onda y complejos, se puede deducir fallas al nivel de conducción cardiaca, así como también presenciar si se halla alguna arritmia cardiaca y también es posible obtener el ritmo cardiaco (Bernal,2008).

En especies de animales de compañía (como perro y gato) ya se encuentran determinados los valores referenciales de ondas y complejos electrocardiográficos; sin embargo, esto no sucede con los machines negros, siendo las patologías cardíacas responsables de alta mortalidad a diferencia de otros males que presentan los primates en cautiverio (Varela, Brieva y Galindo, 2010).

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si bien actualmente existen algunos estudios sobre monos machines negros donde se han podido establecer parámetros sanitarios como hematológicos o fisiológicos, aún no se han establecido parámetros electrocardiográficos referenciales para esta especie, lo cual no permite implementar el electrocardiograma como examen complementario en los controles de rutina, evitando conocer el perfil cardiológico, lo cual evita prevenir los decesos súbitos a causa de cardiopatías.

Hace unos años se reportó que la principal causa de decesos en chimpancés (*Pan troglodytes troglodytes* y *Pan troglodytes schweinfurthii*) era de origen cardíaco por lo que se implementó la electrocardiografía para obtener valores y estandarizarlos y poder de esa manera detectar o en su defecto poder tratar cardiopatías en estos primates (Revuelta *et al.*, 2015). Asimismo, se han reportado hallazgos de cardiopatías en algunas especies de primates neotropicales como la susceptibilidad a la miocardiopatía hipertrófica de los monos aulladores (*Alouatta spp.*) pudiéndoles causar la muerte, o, la miocardiopatía dilatada en algunos monos frailes (*Saimiri sciureus*) y esto se pudo encontrar gracias a estudios electrocardiográficos en estas especies (De Souza *et al.*, 2018).

Al no haber un control cardiaco preventivo en la especie debido a la falta de datos, cuando algún espécimen posee un mal cardiaco suele ser recién detectado a la necropsia ya que estos animales no suelen mostrar signos de enfermedad, aumentando así las muertes súbitas o por enfermedades secundarias a la cardiopatía presentada.

### III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con distintos estudios en algunas especies de primates del viejo (Revuelta *et al.*,2015) y nuevo mundo (Rajendra *et al.*, 2010), se sabe que los primates pueden presentar distintas cardiopatías, por lo que obtener hallazgos electrocardiográficos en una población de machines negros en cautiverio (los cuales, habrán sido previamente seleccionados como “aparentemente sanos” basándonos en los resultados de exámenes sanguíneos y exámenes físicos realizados), sería muy útil debido a que sería un aporte importante en los estudios y mantenimientos de esta especie de primates neotropicales.

Así, junto con estudios que se realicen posteriormente sobre la función eléctrica cardiaca en machines negros, pueden llevar finalmente a obtener valores estándares electrocardiográficos, y con esto, incluir a la electrocardiografía como un examen complementario básico en los controles veterinarios de rutina que se realizan en centros de cautiverio de estos monos. Además de ello, se obtendrían los parámetros electrocardiográficos de la población a trabajar y estos hallazgos podrán ser usados como referencia en exámenes electrocardiográficos posteriores que se les realice y así poder detectar la variación de estos con la edad y/o estado de salud de los monos; asimismo, se podría prevenir y evitar decesos a causa de cardiopatías.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Principal

Reportar hallazgos electrocardiográficos en una población de monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) en cautiverio bajo sedación con ketamina-xilacina

### 4.2 Objetivos Específicos

- Clasificar los patrones de ritmo cardíaco de la población en estudio
- Calcular la frecuencia cardíaca de cada individuo
- Calcular el eje eléctrico medio de cada individuo
- Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos de la población en estudio, según sexo
- Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos de la población en estudio, según grupo etario
- Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos de la población en estudio, según peso

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Generalidades

#### 5.1.1 *Sapajus macrocephalus*

*Sapajus macrocephalus*, anteriormente llevaba el nombre de *Cebus apella*, pero mediante estudios morfológicos se observó que existían diferencias marcadas en los cráneos de diferentes monos del género *Cebus* por lo que los científicos, en el año 2012, vieron necesario separar en dos géneros: *Cebus* y *Sapajus*, donde los machines negros llevan ahora el nombre de *Sapajus macrocephalus* mientras que otras especies de éstos como machines blancos y machines capuchinos conservan aun el nombre *Cebus*; (*C. albifrons* y *C. capucinus*, respectivamente) (Lynch, Sousa y Rylands, 2012) Estos primates son conocidos también como mono negro, mono martín, mono sortero, mono choclero y en inglés como “capuchin monkey” o “tufted capuchin”.

#### 5.1.2 Taxonomía

REINO:	Animalia
FILO:	Chordata
CLASE:	Mammalia
ORDEN:	Primate
SUBORDEN:	Haplorrhini
INFRAORDEN:	Plathirini
FAMILIA:	Cebidae
GENERO:	<i>Sapajus</i>
ESPECIE:	<i>Sapajus macrocephalus</i> (SPIX, 1823)

### **5.1.3 Distribución**

El mono machín negro se distribuye al este de los Andes desde Colombia, Ecuador, Perú, al occidente de Brasil, en el centro y norte de Bolivia; no se conocen claramente los límites hacia las Guyanas y aparentemente no se encuentra en Venezuela (Rylands y Mittermeier, 2013). En el Perú, se reporta su presencia en los departamentos de Amazonas, Loreto, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Ucayali, Madre de Dios y Cusco, de 89 a 2751 msnm, y en las ecorregiones de Yunga y Selva baja. (Aquino y Encarnación, 1994).

### **5.1.4 Reproducción**

El ciclo menstrual en la hembra de mono machín en cautiverio promedia 20,8 días (Nagle y Denari, 1983). La hembra alcanza la madurez sexual entre los 7 y 8 años, pare una cría después de 160 días de gestación, los intervalos entre nacimientos son de 25,6 meses cuando la cría sobrevive. Los infantes empiezan a ser independientes de la madre a partir los tres meses de edad y tienen más interacción con los juveniles (Rylands y Mittermeier, 2013).

La época de parición no está bien definida, sin embargo, las informaciones disponibles señalan que los nacimientos ocurren principalmente entre octubre y junio y por cada parto nace una sola cría, que es transportada y protegida por la madre (Aquino y Encarnación, 1994). La especie es poligámica, existiendo en cada grupo varios machos y hembras adultos, sub-adultos, juveniles e infantes (Aquino y Encarnación, 1994).

### **5.1.5 Comportamiento**

Posee costumbres diurnas, gregarias y arbóreas; es posible la actividad nocturna de forma esporádica cuando la luna llena lo permite, viven en grupos de tamaño entre 5 y 23 individuos (Aquino y Encarnación, 1994). En cada grupo hay un macho dominante o “macho alfa”, que es el más activo para proteger al grupo contra depredadores y otros grupos de monos; si otro grupo viene a su área de dominio, el macho dominante conduce el ataque para alejarlos (Varela, Breva, y Galindo, 2010).

Para su locomoción, alimentación y descanso utiliza todos los estratos del bosque, pero preferentemente hace uso de los estratos inferiores y medio, y, ocasionalmente, desciende a tierra en busca de frutos caídos y para huir de sus depredadores (Aquino y Encarnación, 1994). Duerme en la base de las ramas de los árboles altos y con abundantes bejucos que le protegen de las lluvias y las temperaturas bajas. Diariamente, el mono capuchino diurno dividirá su tiempo en 12% de descanso, 21% de viaje y 66% de alimentación (Terborgh, 1983).

### **5.1.6 Alimentación**

Es una especie omnívora y su dieta está compuesta por frutos, hojas tiernas, insectos y otros invertebrados, aves y pequeños mamíferos. Durante la escasez de frutos, los insectos forman parte fundamental de su dieta, por lo tanto, tienden a una mayor dispersión para el forrajeo. Las presas animales del mono machín negro incluyen una variedad grande de insectos además

de vertebrados como ranas, lagartos y pájaros (Terborgh, 1983). Además de otros vertebrados, el mono machin es un depredador confirmado de monos titi (*Callicebus moloch*) habiéndose observado la matanza y consumo de un infante (Sampaio y Ferrari, 2005).

### **5.1.7 Situación actual**

Su principal amenaza es que es utilizado como carne de monte y cazado con fines de subsistencia y comercial. En la cuenca alta del río Itaya se ha estimado que 26 individuos son extraídos en promedio anualmente, representando el 9.9% de los primates extraídos de esta cuenca, estando sometidos a una presión de caza de 0.043 individuos por km<sup>2</sup> y siendo cosechada aproximadamente el 13.7% de su población, cuando lo sugerido es que no debe superar el 10% (Aquino *et al.*, 2000).

Esta especie ha sido usada en la experimentación biomédica en las áreas de neurociencia, odontología, reproducción e investigaciones de comportamiento; sin embargo, su uso se encuentra en disminución debido a su alta resistencia a enfermedades y comportamiento agresivo (Torres *et al.*, 2010).

Otra amenaza es la tenencia y tráfico de mascotas, siendo una especie preferida por sus habilidades cognitivas (es frecuente verlos como acompañantes de cómicos ambulantes o leyendo la “suerte”, de ahí su nombre “mono sortero”) y su resistencia a condiciones de vida bajas (Aquino y Encarnación, 1994). Actualmente se encuentra catalogado como preocupación menor según la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2020).

### 5.1.8 Cautiverio

Debido a que la población de los machos negros en cautiverio ha aumentado debido al tráfico ilegal, con el tiempo se han podido realizar estudios que dan la mayor información médica de esta especie, así se han ido realizando investigaciones etológicas, dietéticas (Aquino y Encarnación, 1994), hematológicas (Ospina, 2015) y cardiológicas, siendo estas últimas aún escasas (De Souza *et al.*, 2018) y prácticamente nulas en Perú.

Al no encontrarse aún estudios en el país sobre referencias cardiológicas en la especie, es imposible poder prevenir o tratar fallas cardíacas que puedan poseer estos monos en cautiverio. Para poder obtener un perfil cardiológico son necesarios varios métodos de diagnóstico como radiografías, ecocardiografías y electrocardiogramas.

### Sanidad

Los primates en cautiverio deben pasar anual o bianualmente controles sanitarios para garantizar su salud y bienestar por lo que es necesaria la contención química para su inmovilización, para poder así manejarlos y realizar los exámenes que se requieran. La vía de aplicación de fármacos más utilizada en la especie es la intramuscular. Es necesario antes de la anestesia, que los primates se mantengan sin alimento por lo menos 12 horas previas a la toma de muestra (Larsson *et al.*, 1999).

El clorhidrato de ketamina es muy usado para la inmovilización de estos primates por su rapidez en la pérdida de la conciencia (anestesia disociativa) (Gozalo, 1985; Goodman y Rall,

1991); es aplicado en dosis de 5 – 15 mg /kg. Se utiliza para primates de tamaño mediano para inmovilización y anestesia quirúrgica (Freitas *et al.*, 1984). La ketamina (clorhidrato) puede combinarse con otros fármacos como acepromazina, diazepam o xilacina, produciendo en el primate una mejor relajación muscular e impide los movimientos voluntarios, mejorando así su manejo, estas combinaciones reducen la dosis de ketamina (Carpenter, 2001).

### **Ambientación**

El mono machín negro al ser un primate social suele vivir en grupos de tamaño regular incluso convive con otra especie de primate como el mono maquisapa (*Ateles chamek*) u otros mamíferos como coati (*Nassua nassua*). Al estar en cautiverio, deben poseer refugios parecidos a su hábitat natural, árboles, ramas grandes, comederos y bebederos. Debe también tener un espacio lo suficientemente grande para todo el grupo de monos teniendo en cuenta que son muy activos y necesitan poder desplazarse y expresar comportamientos naturales sin problema alguno. A los primates mantenidos en cautiverio en ambientes cerrados se les debe proporcionar una temperatura de 22 a 24 C ° con una humedad de 50 a 70% (Hearn, 1983; Harris, 1970).

## **5.2 Electrocardiografía**

### **5.2.1 Definición**

El electrocardiograma (ECG) es un registro que refleja la actividad eléctrica del corazón, realizado con la ayuda del electrocardiógrafo . El electrocardiógrafo es un dispositivo

diseñado para mostrar la dirección y magnitud de las corrientes eléctricas producidas por el corazón. (Uribe *et al.*, 2015)

Debido a que la corriente fluye en múltiples direcciones del músculo cardíaco, este aparato obtiene la resultante de todos los vectores que se generan en un momento dado mediante el uso de electrodos (contactos eléctricos) colocados en diferentes partes del cuerpo sobre la piel (Uribe *et al.*, 2015). El electrodo sobre la piel está conectado a otro electrodo a través del electrocardiógrafo; mediante un galvanómetro se mide la corriente que pasa por el aparato y se transmite directamente al inscriptor (estilo) para registrar las ondas y complejos que reciben en conjunto el nombre de electrocardiograma (Uribe *et al.*, 2015).

### **5.2.2 Ondas e Intervalos**

#### **Onda P**

Es la onda de activación auricular. Normalmente es una onda pequeña, redondeada y positiva en la derivación II. Se mide la duración (anchura) por su interior, partiendo de la línea isoelectrica, desde la primera inflexión y se expresa en segundos. También se mide la amplitud (altura), desde la línea isoelectrica hasta su punto de máxima altura ya sea como onda positiva o negativa, se expresa en milivoltios. (Bernal, 2008)

#### **Complejo QRS**

Es la representación de la actividad ventricular (despolarización ventricular). Está formado por las ondas: Q, que es la primera onda negativa que precede a la onda R; onda R, que es la

primera onda positiva del complejo y; onda S, primera onda negativa que sigue a la onda R. Se mide la duración (anchura) desde el inicio de la onda Q hasta el final de la onda S. Se expresa en segundos. También se mide la amplitud (altura) desde la base de cada una de las ondas hasta su punto más alto, ya sea positivo o negativo, se expresa en milivoltios (Bernal, 2008).

### **Onda T**

Representa la repolarización ventricular. Es la onda de mayor amplitud después del complejo QRS. Es la última onda del registro electrocardiográfico y su morfología es muy variable; puede ser positiva, negativa o bifásica. Se mide su amplitud desde la línea isoeletrica hasta su punto máximo ya sea positivo o negativo, no debe sobrepasar el 25% de la onda R. Es expresada en milivoltios (Bernal, 2008).

### **Intervalo PR**

Representa el tiempo que tarda el estímulo eléctrico en recorrer toda la porción supraventricular desde el nódulo sinusal hasta el nódulo auriculoventricular. Abarca desde el comienzo de la onda P hasta el comienzo de la onda Q. Se expresa en segundos (Bernal, 2008).

### **Intervalo QT**

Es la suma de la despolarización y la repolarización ventricular y representa la duración de la sístole ventricular. Se mide desde el inicio de la onda Q hasta el final de la onda T. Su duración es indirectamente proporcional a la frecuencia cardiaca: a mayor frecuencia, menor

duración del intervalo QT; a menor frecuencia, mayor intervalo QT. Se expresa en segundos (Bernal, 2008).

### **Segmento ST**

Representa el intervalo desde el final del complejo QRS al inicio de la onda T. Debe ser una línea horizontal isoeleétrica; se mide la desviación, positiva o negativa de esta línea, con respecto a la línea isoeleétrica del electrocardiograma; se expresa en milivoltios (Bernal, 2008).

### **Eje eléctrico**

La información más importante que aporta el eje eléctrico es la evaluación del agrandamiento de uno de los ventrículos y la clasificación de los defectos de conducción intraventricular. Para obtener su medida se miden todos los cuadrados positivos del complejo QRS en la derivación I, y luego se mide todos los cuadros negativos de la onda Q, se realiza lo mismo en la derivación III (Bernal, 2008).

#### **5.2.3 ECG en primates**

Enfermedades cardiovasculares han sido reportadas en primates no humanos. Los *Aotus* son altamente susceptibles a padecer cardiomiopatía hipertrófica y pueden morir repentinamente después de periodos de estrés o actividad física (De Souza *et al.*, 2018) y en los *Saimiris*

*sciureus* se han reportado casos de cardiomiopatía dilatada; en ambos casos se han encontrado alteraciones en los ECG realizados (De Souza *et al.*,2018).

Estos estudios han permitido incluir la electrocardiografía como método de control en dichas especies y así poder tratar cardiopatías a tiempo evitando decesos. Sin embargo, en *Sapajus macrocephalus* hay pocos estudios realizados hasta la fecha, lo cual genera una necesidad de poder llegar a obtener valores de ECG referenciales (que aún no están establecidos) para así poder implementar este método de diagnóstico en los controles sanitarios que se realizan ya sea en zoológicos, centro de rescates u otros.

El hecho de realizar los ECG en esta población de monos machines negros en cautiverio nos permitirá obtener datos electrocardiográficos bajo el protocolo anestésico ketamina- xilacina, que posteriormente puedan ser complementados con estudios realizados a otras poblaciones de machines negros bajo el mismo protocolo anestésico o comparar los hallazgos con estudios realizados con distintos protocolos y poder estandarizar dichos datos. También se podrá conocer si esta especie presenta alguna cardiopatía que pueda ser deducida en los ECG obtenidos. Además, los datos obtenidos serán correlacionados con otros factores como edad, peso, sexo y ver si existe diferencia en los valores obtenido. Incluso, al tener este estudio de la población trabajada, en el PATPAL podrían implementar el ECG como examen complementario en sus controles sanitarios anuales y comparar año a año los valores obtenidos y poder así realizar un seguimiento cardiológico a estos primates.

## VI. ANTECEDENTES

Los estudios electrocardiográficos vienen realizándose ya hace varios años en distintas especies de primates, principalmente en primates del viejo mundo como chimpancés y gorilas donde el interés por obtener datos sobre el funcionamiento del corazón aumentó debido a que se incrementó las muertes por fallas cardíacas en chimpancés en cautiverio (Revuelta *et al.*, 2015).

Entre los años 2009 y 2013, un grupo de científicos junto con la Universidad Complutense de Madrid, realizaron pruebas cardíacas en *Pan troglodytes troglodytes* y en *Pan troglodytes schweinfurthii*, dando un total de 102 chimpancés, divididos en grupos de acuerdo con su edad y fueron anestesiados antes de realizar el ECG. El objetivo de este estudio fue obtener valores referenciales, que hasta ese momento eran desconocidos, y así poder saber las cardiopatías exactas que llevaban a la muerte a estos animales y de alguna manera poder prevenirla. Al terminar todo el estudio se concluyó que a diferencia de lo que se creía, los chimpancés poseen características específicas de conducción del impulso eléctrico y estructura de la fisiología del corazón. También se concluyó que varios de los chimpancés padecían bloqueos de rama y uno de ellos parecía sufrir el síndrome de Wolf Parkinsn White (Revuelta, *et al.*, 2015).

Si bien aumentaron los estudios electrocardiográficos en primates del viejo mundo pudiendo establecer valores de referencia, empezaron a realizarse estudios en primates del nuevo mundo como el siguiente:

**“Electrocardiograms of nine species of nonhuman primates sedated with Ketamine”** (**American Journal of Veterinary Research, 1980**); donde se realizaron ECG en *Macaca fascicularis*, *Saimiri sciureus*, *Cercopithecus aethiops*, *Macaca arctoides*, *Erythrocebus patas*, *Macaca mulatta*, *Macaca radiata*, *Macaca nemistrina* y *Cebus Apella*.

El objetivo de este estudio fue obtener los ECG de distintas especies y poder compararlas observando similitudes y diferencias en valores de ondas y complejos electrocardiográficos entre cada especie de primate.

Se concluyó que la ketamina aparentemente no indujo alteraciones marcadas en el ECG. Además, no se observaron diferencias asociadas al sexo o peso de los primates. También se concluyó que las contracciones ventriculares prematuras fueron infrecuentes probablemente debido a que aparentemente tiene un débil efecto antiarrítmico, esta arritmia es relativamente frecuente en primates anestesiados con otros agentes.

Uno de los estudios más recientes en esta especie es: **“Standard Electrocardiographic data from Capuchin Monkeys (*Cebus apella*, Linnaeus, 1758)”** (**De Souza et al., 2018**) donde se realizaron ECG a 16 monos machos de “Wild Animal Triage Center” (Teresina, Piauí, Brasil) entre machos y hembras y fueron anestesiados con ketamina al 5% (15 mg/kg IM) y midazolam (0.5 mg/kg), los monos se colocaron en la posición de decúbito lateral derecho, con las extremidades paralelas, extendidas y perpendiculares al eje largo del cuerpo para colocarle los electrodos.

Se realizaron las pruebas a los 16 monos en todas las derivaciones. Con este estudio se pudo concluir que el sexo no presentó ninguna diferencia en el electrocardiograma, la duración del complejo QRS en estos monos no presentaron correlación entre las edades o peso de los animales sin embargo la edad e intervalo QT si se correlacionan particularmente en hembras.

Ninguno de los monos presentó alguna arritmia. La onda P fue pequeña, monofásica y positiva en las derivaciones I, II, III, aVF, rV2, V2, V4, and V10, pero negativa en las derivaciones aVR y aVL. Los ritmos cardiacos en estos monos sedados bajo ketamina-midazolam fueron más altos que los hallados en otros monos sedados bajo otros anestésicos. La combinación de ketamina-midazolam brinda una anestesia segura con cambios mínimos en los mecanismos respiratorios, gases sanguíneos y balance ácido-base y todo ello proporciona cierta estabilidad cardiovascular.

También se ha reportado un estudio electrocardiográfico en monos machos bajo la administración de otros anestésicos distintos a la ketamina:

**“Avaliação eletrocardiográfica de macacos-prego (*Sapajus apella*) sob contenção química com Midazolam e Propofol” (Achcar *et al.*, 2018);** en este estudio se buscó obtener valores electrocardiográficos en una población de 18 monos machos en cautiverio sedados con midazolam y propofol para poder contrarrestarlos con resultados reportados con otros anestésicos.

Se concluyó que el uso de propofol no generó apnea ni depresión respiratoria, además los monos mostraron una recuperación rápida y tranquila sin signos de excitación del sistema

nervioso central y no se presentaron arritmias, sin embargo, la desventaja del uso de propofol es que se necesita una vía intravenosa para su administración.

La duración de la onda P, el intervalo P-R, complejo QRS e intervalo Q-T fueron mayores en relación con los parámetros encontrados en ECG de machines anestesiados con ketamina. (Gonder, 2012). De acuerdo con el estudio de Santana *et al.* (2008) la asociación de xilacina y ketamina resulta en bradicardia severa y consecuentemente causa un prolongamiento del intervalo QT en relación con los protocolos donde no se incluye agentes  $\alpha$ 2-agonistas.

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 Lugar de Ejecución**

La investigación se realizó en el zoológico Patronato Parque de las Leyendas, en el distrito de San Miguel-Lima, exactamente en la División de Zoología (12°04'17.9''S 77°05'12.2''W)

### **7.2 Tipo de Investigación**

La investigación es de tipo transversal ya que se obtuvieron los datos en un momento determinado al realizarse los electrocardiogramas de todos los machines negros y a la vez es descriptiva ya que se describió mediante los valores electrocardiográficos obtenidos.

### **7.3 Operacionalización de la variable**

- Número de monos machines negros
- Ritmo cardíaco
- Frecuencia cardíaca (lpm)
- Duración onda P (s)
- Amplitud onda P (mV)
- Duración QRS (s)
- Amplitud QRS (mV)
- Duración PR (s)

- Duración QT (s)
- Amplitud onda T (mV)
- Sexo del espécimen
- Edad del espécimen
- Peso del espécimen (kg)
- Grupo etario del espécimen

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES					
Objetivos Específicos	Variable	Indicador	Escala de medida	Instrumento	Categorización de la variable
Clasificar los patrones de ritmo cardíaco	Ritmo Cardíaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rítmico</li> <li>• Arrítmico</li> </ul>	Nominal	Base de Datos	Cualitativa
Calcular la frecuencia cardíaca	Frecuencia cardíaca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bradicardia (&lt; 170 lpm)</li> <li>• Taquicardia (&gt; 214 lpm)</li> <li>• Frecuencia normal (170- 214 lpm)</li> </ul>	Nominal		Cuantitativa - Discreta
Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos, según sexo	• ECG obtenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de duración (s) y amplitud (mV) de ondas PQRST</li> </ul>	Nominal		Cualitativa
	• Sexo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo del individuo (hembra o macho)</li> </ul>	Ordinal		Cuantitativa-Discreta
Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos, según grupo etario	• ECG obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de duración (s) y amplitud (mV) de ondas PQRST</li> </ul>	Ordinal	Cuantitativa-Discreta	
	• Grupo etario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo etario: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juveniles (&gt;1.5 y ≤ 3.0 años)</li> <li>- Sub adultos (&gt;3 y ≤ 3.5 años)</li> <li>- Adultos (&gt;3.5 y ≤ 10años)</li> <li>- Geronte (&gt;10 años)</li> </ul> </li> </ul>	Nominal	Cualitativa	

Observar si existen variaciones en los valores de ondas obtenidos, según el peso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ECG obtenidos</li> <li>• Peso (kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de duración (s) y amplitud (mV) de ondas PQRST</li> <li>• Peso del individuo (kg): bajo de peso (&lt; 1.5 kg), normal (&gt;1.4 y ≤ 4 kg), sobrepeso (&gt; 4.0 kg)</li> </ul>	Ordinal  Nominal	Base de datos	Cuantitativa-Discreta  Cualitativa
Calcular el eje eléctrico medio de cada individuo	Eje eléctrico obtenido en el ECG (°)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro de los valores</li> <li>• Desviación a la izquierda</li> <li>• Desviación a la derecha</li> </ul>	Nominal	Base de Datos	Cuantitativa-Continua

#### 7.4 Población de Estudio

El estudio se realizó en 25 monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) del Patronato del Parque de las Leyendas (PATPAL), los cuales fueron seleccionados como aparentemente sanos según resultados de exámenes sanguíneos y examen físico.

#### 7.5 Procedimiento

Se realizó durante el control sanitario que se les realiza anualmente en el PATPAL.

#### Captura

Se realizó la captura de todos los monos machos ubicados en la “isla grande de monos” y en la “isla chica de monos” en zona selva del PATPAL; el personal de zoología se encargó de

ubicarse estratégicamente dentro y fuera de la isla para realizar la captura de todos los machos negros mediante mallas “atrapa monos”, una vez capturados se les colocó en jaulas de contención para ser trasladados a la zona hospital donde posteriormente el médico veterinario encargado realizó los controles sanitarios. Una vez que todos los monos fueron capturados y trasladados a la zona hospital, se empezaron los controles.

### **Contención Química**

El médico veterinario a cargo realizó la contención química de cada mono con el protocolo anestésico usado habitualmente en el zoológico: ketamina (Ket-A-100® Agrovvetmarket) (10mg/kg) + xilacina (Dormi-Xyl ® 2 Agrovvetmarket) (1 mg/kg), de acuerdo con el protocolo empleado por el personal médico veterinario de la institución; se calculó la dosis con el peso registrado del control pasado, vía intramuscular en el muslo a través de la jaula de contención.

Una vez sedado el espécimen, se retiró de la jaula y se colocó sobre la mesa de examen; se pasó la lectora de chip para identificarlo, luego se pesó y fue examinado externamente observando condición corporal, pelaje, dientes, extremidades, uñas; después se midieron las constantes fisiológicas: se midió la temperatura (vía rectal) se auscultó, se midió la frecuencia respiratoria y se tomó el tiempo de llenado capilar en las encías. Finalmente, se tomaron muestras sanguíneas obtenidas por punción de la vena femoral, y aplicó vitaminas vía intramuscular.

### **Registro Electrocardiográfico**

Una vez terminado el control rutinario fue colocado en una mesa de apoyo para realizar el electrocardiograma, para esto se hizo uso del electrocardiógrafo veterinario “Cardiomaq 300V West Medica ®”. El espécimen fue colocado en posición decúbito lateral derecho con los miembros extendidos y paralelos al cuerpo sobre un aislante de electricidad colocado sobre la mesa, luego se colocaron los electrodos sobre las articulaciones húmero-radio-ulnar y fémoro-tibio-patelar después de haber humedecido la piel con alcohol. De esta manera se procedió a realizar el examen correspondiente.

Se realizó el electrocardiograma en velocidades 25mm/s y 50 mm/s; una vez concluido el examen en las derivaciones necesarias, se retiraron los electrodos y el paciente fue colocado nuevamente en la jaula de contención donde fue vigilado hasta que despertó de la anestesia y pudo ser trasladado al área de hospital del zoológico.

Este procedimiento se repitió con toda la población de monos machines negros en los días que se realizaron los controles sanitarios. Una vez obtenidos los resultados de los exámenes sanguíneos y del examen físico, fueron clasificados como aparentemente sanos 25 de 28 monos teniendo en cuenta que los resultados de hemograma y bioquímica sanguínea estuvieron dentro de los parámetros normales.

### **Análisis de ECG**

Al haber terminado de realizar los electrocardiogramas a todos los individuos y registrado los datos necesarios de cada uno de ellos, como número de chip, sexo, peso y edad, se procedió a analizar cada electrocardiograma en velocidad 50 mm/s en derivación II. Se observó el ritmo

cardiaco y se midieron los parámetros: frecuencia cardiaca, onda P (duración y amplitud), complejo QRS (duración y amplitud), onda T (positiva o negativa), intervalo PR (duración), intervalo QT (duración), segmento ST (amplitud) y eje eléctrico.

## **7.6 Análisis de datos**

Obtenidas las mediciones de todos los electrocardiogramas, se organizaron todos los datos en tablas de Microsoft Excel donde detallándose el número de chip, edad, peso, sexo, los valores de cada onda: amplitud (mV) y duración (s) de onda P, amplitud (mV) y duración (s) de QRS, duración (s) de intervalo PR, duración (s) de intervalo QT, amplitud (mV) de onda T, segmento ST (mV) además de la frecuencia cardiaca (lpm) y el eje eléctrico ( $^{\circ}$ ).

Una vez procesados todos los datos antes mencionados, se procedió a obtener la media aritmética de cada parámetro, como medida de tendencia central; ésta es una medida descriptiva que es mayormente conocida como “promedio” (Daniel, 1996). Como medida de dispersión se empleó la desviación estándar.

Posteriormente los datos fueron agruparon en tablas de Microsoft Excel los datos según sexo (macho/hembra), según peso (normal/sobrepeso), según grupo etario (adulto/geronte) y se utilizó el gráfico de caja y bigotes-Box blot para obtener valores mínimos, valores máximos, media y valores atípicos. Finalmente, se utilizó la Prueba T de Student para comparar las medias obtenidas de cada valor y determinar si existe diferencia significativa de acuerdo con las variables sexo, peso y grupo etario.

### **7.7 Aspecto ético**

Para la realización de este proyecto se contó con la autorización de SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) y el consentimiento de la División de Zoología del PATPAL (Patronato Parque de las Leyendas) (ver Anexos 1 y 2) , aprovechándose el control sanitario anual de los animales en estudio, el cual comprendió el manejo físico y restricción química bajo los protocolos preestablecidos por los médicos veterinarios del Parque de las Leyendas.

Además, se respetaron los principios éticos establecidos en: “Principles for the Ethical Treatment of Non-Human Primates” propuestos por la ASP (“American Society of Primatologists) junto con la Sociedad Internacional Primatológica.

## VIII. RESULTADOS

Toda la población estudiada presentó ritmo sinusal; se obtuvieron valores medios, mínimos y máximos de todos los parámetros electrocardiográficos, los cuales se presentan en la tabla 1.

Se observó que un individuo obtuvo 0.2 s en la duración de la onda P estando ésta muy elevada en comparación de la media obtenida de la población la cual fue de  $0.03 \pm 0.007$  s (Gráfico 2).

Se observó que un individuo obtuvo 0.8 s en la duración del segmento PR, encontrándose superior a la media obtenida de la población la cual fue de  $0.08 \pm 0.02$  s (Gráfico 4).

Se observó una amplia variación del eje eléctrico y se encontró que un individuo presentó el eje eléctrico con aparente desviación marcada hacia la derecha, lo cual en animales de compañía sugiere un bloqueo de rama de haz de His.

Según el sexo, se encontraron algunas diferencias significativas: los machos presentaron mayor frecuencia cardiaca, mayor amplitud de la onda P y mayor duración del segmento PR que las hembras. (Tabla 2)

Según el peso, no se encontraron diferencias significativas entre monos con peso normal y monos con sobrepeso. (Tabla 3)

Según el grupo etario, se encontró diferencia significativa en la amplitud de la onda P, siendo los adultos quienes presentaron mayor amplitud. (Tabla 4)

**Tabla 1.** Media, desviación estándar, valor mínimo y máximo de los parámetros del ECG realizados en 25 monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MEDIA± DS</b>	<b>VALOR MÍNIMO</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
<b>Frecuencia Cardiaca (lpm)</b>	152 ± 30	96	216
<b>Duración Onda P (s)</b>	0.03±0.007	0.02	0.06
<b>Amplitud Onda P (mV)</b>	0.12±0.06	0.04	0.3
<b>Segmento PR (s)</b>	0.08± 0.02	0.04	0.15
<b>Duración QRS (s)</b>	0.04±0.009	0.3	0.06
<b>Amplitud QRS (mV)</b>	0.33±0.4	-0.45	1.0
<b>Segmento ST (%)</b>	Isoeléctrica (88%)  Elevación 0.05 (12%)		
<b>Intervalo QT (s)</b>	0.18 ± 0.03	0.12	0.25
<b>Eje eléctrico (°)</b>	0.12 ± 42.3	-78	81

Siglas: ECG (electrocardiograma), DII (derivación II), lpm (latidos por minuto), s(segundos), mV (milivoltios).

**Tabla 2.** Media, desviación estándar, valor mínimo y máximo de los parámetros del ECG realizados a 12 monos machines negros hembras y 13 monos machines negros machos bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s.

PARÁMETROS	HEMBRAS (12)			MACHOS (13)		
	MEDIA± DS	VALOR MIN.	VALOR MÁX.	MEDIA± DS	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.
<b>FRECUENCIA CARDIACA (lpm)</b>	137±25.3	96	192	162.4±29.6	120	216
<b>DURACIÓN ONDA P (s)</b>	0.02±0.005	0.02	0.04	0.03±0.08	0.03	0.06
<b>AMPLITUD ONDA P (mV)</b>	0.09±0.05	0.04	0.2	0.05±0.06	0.05	0.3
<b>SEGMENTO PR (s)</b>	0.07±0.01	0.04	0.1	0.09±0.1	0.07	0.15
<b>DURACIÓN QRS (s)</b>	0.03±0.006	0.03	0.05	0.04±0.001	0.03	0.06
<b>AMPLITUD QRS (mV)</b>	0.42±0.4	-0.45	1.0	0.25±0.4	-0.45	-0.8
<b>SEGMENTO ST (%)</b>	Isoeléctrico 88.3% Elevación 0.05 (16.7%)			Isoeléctrico 92.3% Elevación 0.05 7.7%		
<b>INTERVALO QT (s)</b>	0.18±0.01	0.15	0.2	0.18±0.04	0.08	0.25
<b>EJE ELÉCTRICO (°)</b>	12.4±46.4	-78	81	-12.1±35.4	-51	34

Siglas: ECG (electrocardiograma), DII (derivación II), lpm (latidos por minuto), s(segundos), mV (milivoltios)

**Tabla 3.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados a 14 monos machos negros con peso normal y 09 con sobrepeso bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s.

Siglas:	PESO NORMAL (14)			SOBREPESO (09)			ECG
	MEDIA± DS	VALOR MIN.	VALOR MÁX.	MEDIA± DS	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.	
<b>FRECUENCIA CARDIACA (lpm)</b>	146.5±29.6	96	204	154.9±31.9	120	216	
<b>DURACIÓN ONDA P (s)</b>	0.03±0.008	0.03	0.06	0.03±0.005	0.02	0.04	
<b>AMPLITUD ONDA P (mV)</b>	0.14±0.07	0.04	0.3	0.1±0.04	0.04	0.15	
<b>SEGMENTO PR (s)</b>	0.09±0.02	0.06	0.15	0.08±0.01	0.04	0.1	
<b>DURACIÓN QRS (s)</b>	0.03±0.009	0.03	0.06	0.04±0.009	0.03	0.06	
<b>AMPLITUD QRS (mV)</b>	0.3±0.35	-0.3	0.8	0.35±0.5	-0.45	1.0	
<b>SEGMENTO ST (%)</b>	Isoeléctrico 92.86% Elevación 0.05 (7.14%)			Isoeléctrico 81.82% Elevación 0.05 18.8%			
<b>INTERVALO QT (s)</b>	0.18±0.04	0.08	0.24	0.18±0.02	0.15	0.25	
<b>EJE ELÉCTRICO (°)</b>	7.64±40.2	-45	81	-10.4±45.1	-78	60	

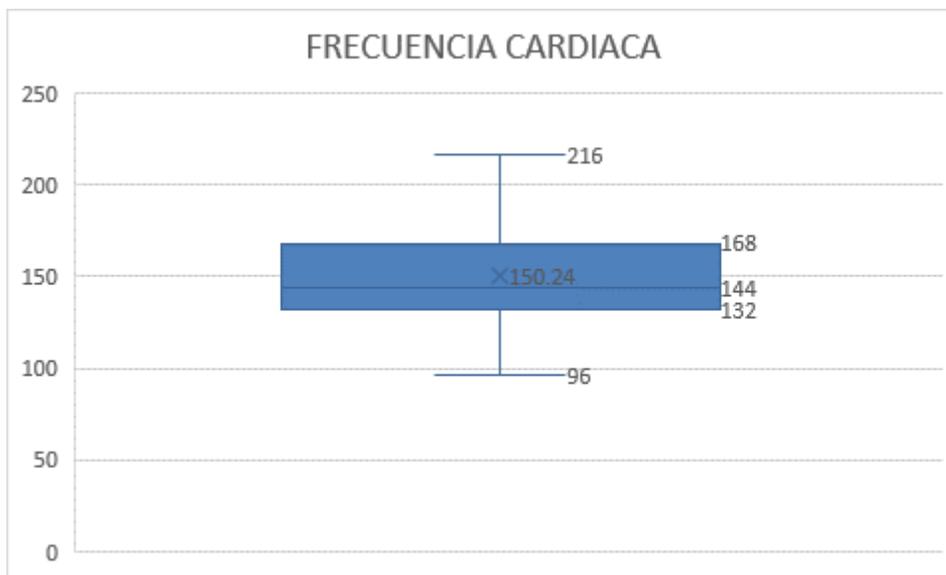
(electrocardiograma), DII (derivación II), lpm (latidos por minuto), s (segundos), mV (milivoltios).

**Tabla 4.** Media, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros del ECG realizados a 03 monos machos negros clasificados como adultos y 22 clasificados como gerontes, bajo sedación con ketamina-xilacina. Parámetros registrados en DII, velocidad 50mm/s.

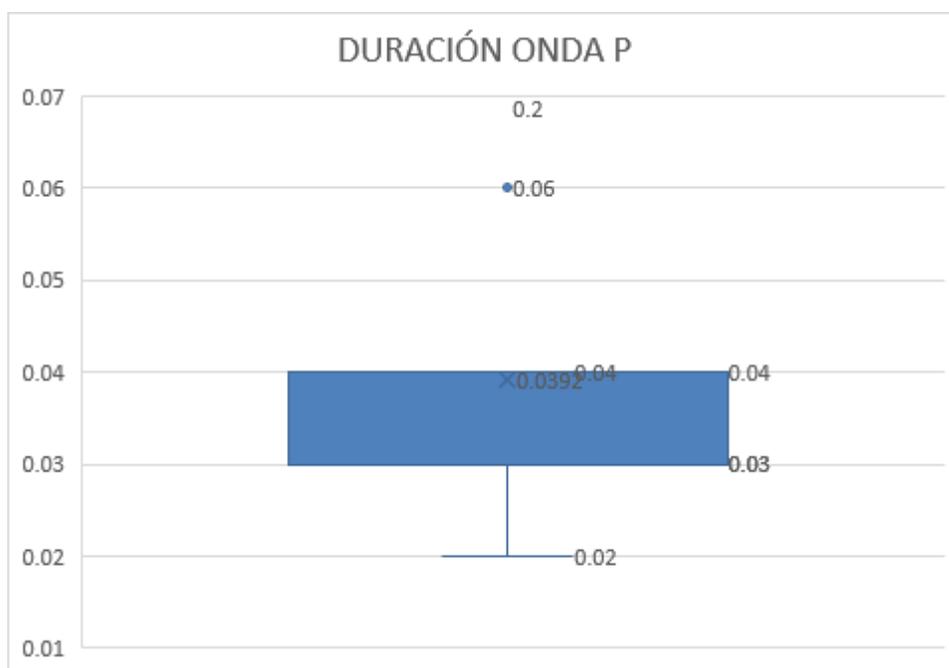
PARÁMETROS	GERONTES (22)			ADULTOS (03)		
	MEDIA± DS	VALOR MIN.	VALOR MÁX.	MEDIA± DS	VALOR MÍN.	VALOR MÁX.
<b>FRECUENCIA CARDIACA (lpm)</b>	152±29.2	108	216	132±36	96	108
<b>DURACIÓN ONDA P (s)</b>	0.03±0.007	0.02	0.06	0.08±0.1	0.02	0.2
<b>AMPLITUD ONDA P (mV)</b>	0.13±0.06	0.04	0.3	0.05	0.05	0.05
<b>SEGMENTO PR (s)</b>	0.08±0.02	0.04	0.15	0.08±0.01	0.07	0.09
<b>DURACIÓN QRS (s)</b>	0.04±0.009	0.03	0.06	0.03±0.01	0.03	0.05
<b>AMPLITUD QRS (mV)</b>	0.35±0.4	-0.45	1.0	0.18±0.5	-0.45	0.7
<b>SEGMENTO ST (%)</b>	Isoeléctrico 86.37% Elevación 0.05 (13.63%)			Isoeléctrico 100% Elevación 0.05 0%		
<b>INTERVALO QT (s)</b>	0.18±0.03	0.12	0.25	0.17±0.01	0.16	0.18
<b>EJE ELÉCTRICO (°)</b>	3.5±41.6	-51	81	-24±47.8	-78	13

Siglas: ECG (electrocardiograma), DII (derivación II), lpm (latidos por minuto), s (segundos), mV (milivoltios)

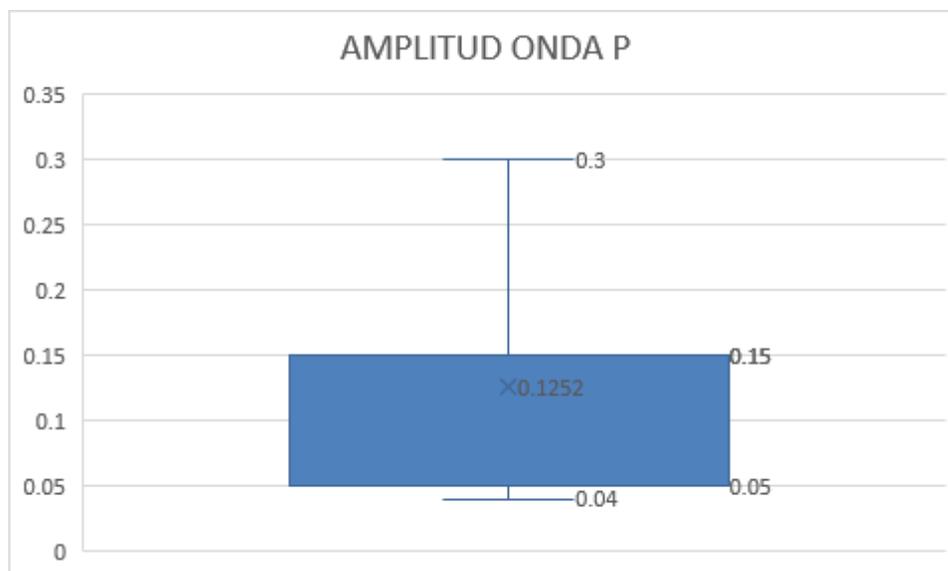
**Gráfico 1.** Boxplot de la frecuencia cardíaca (lpm) de los 25 monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados



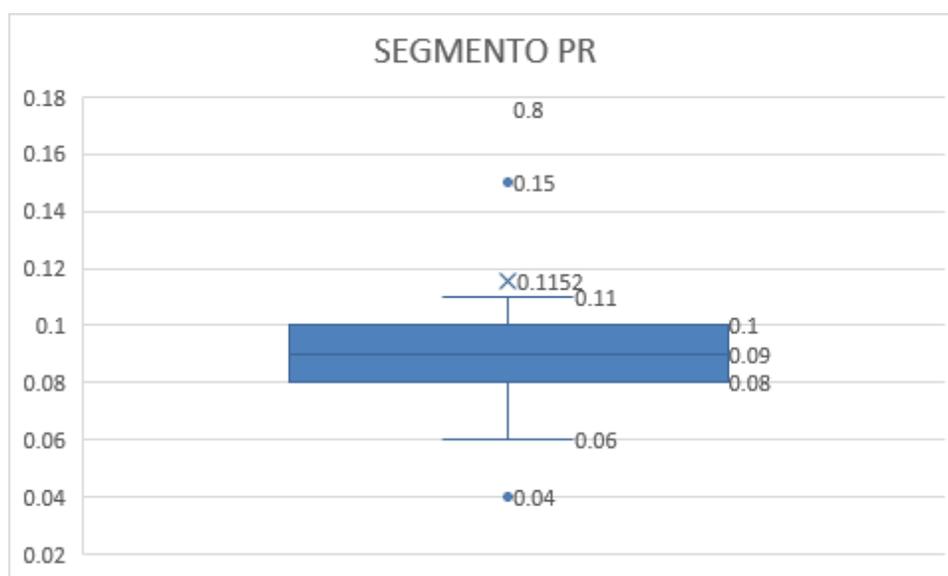
**Gráfico 2.** Boxplot de la duración de la onda P(s) de los 25 monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados



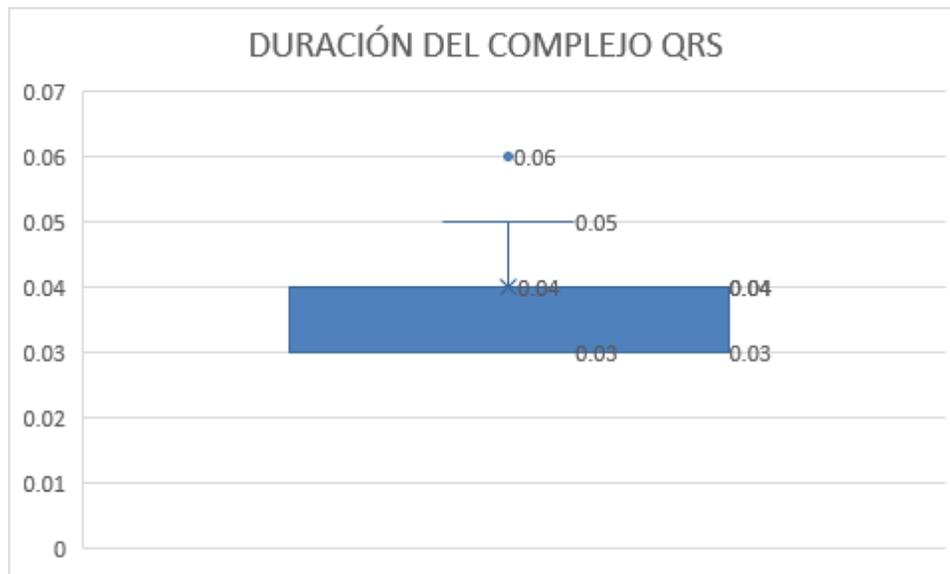
**Gráfico 3.** Boxplot de la amplitud de la onda P (mV) de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados



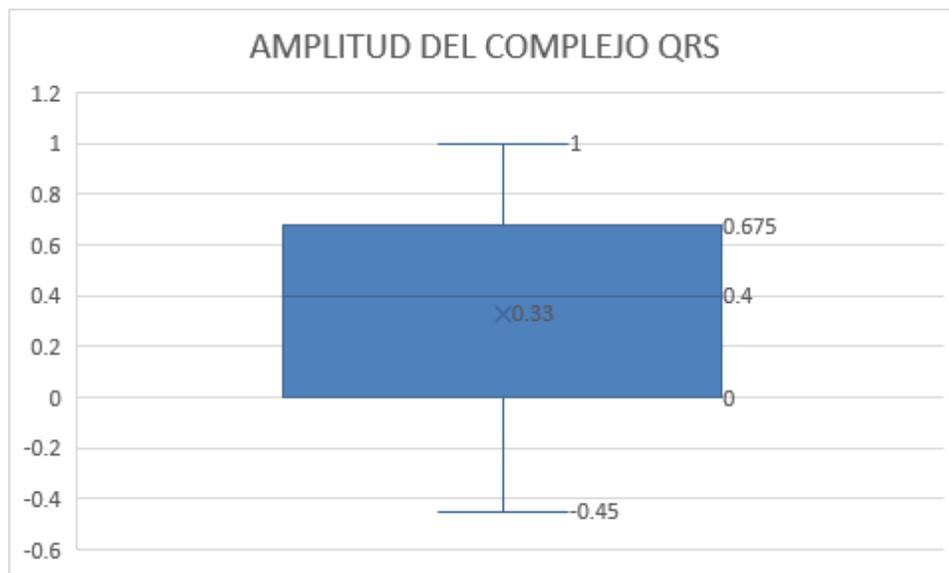
**Gráfico 4.** Boxplot de la duración (s) del segmento PR los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados



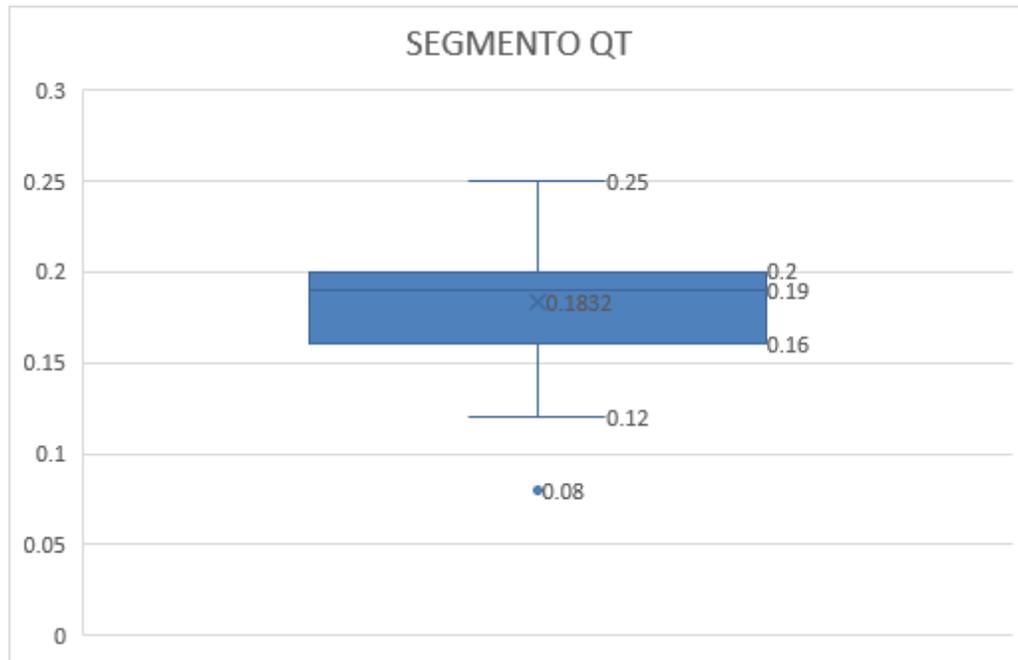
**Gráfico 5.** Boxplot de la duración (s) del complejo QRS de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.



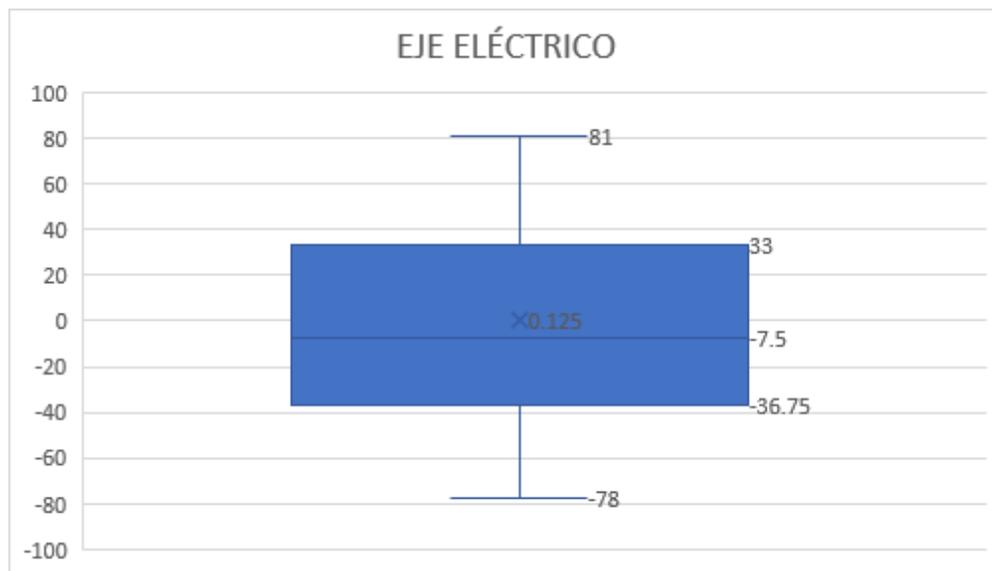
**Gráfico 6.** Boxplot de la amplitud (mV) del complejo QRS de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.



**Gráfico 7.** Boxplot de la duración (s) del segmento QT de los 25 monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.



**Gráfico 8.** Boxplot del eje eléctrico (°) de los 25 monos machos negros (*Sapajus macrocephalus*) obtenido de los ECG realizados.



## IX. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos representados en tablas y gráficos de Boxplot se observó que los valores obtenidos son muy similares a otro estudio realizado en monos machines negros bajo el mismo protocolo de sedación con ketamina-xilacina realizado por Santana *et al.*, (2008), pero difiere en la frecuencia cardíaca donde se reportó el valor de  $123 \pm 19.8$  lpm siendo menor que la frecuencia cardíaca obtenida en este estudio ( $150.2 \pm 30$  lpm), lo que podría deberse a la dosis utilizada de los fármacos o al tiempo transcurrido de la anestesia en el momento de realizar el examen electrocardiográfico. Por otro lado, Verona (2007) reporta una frecuencia cardíaca de 165 a 225 lpm para los monos machines negros, siendo los valores obtenidos en el presente estudio menores a dicho rango, lo cual podría deberse a la acción de la xilacina al inhibir la liberación de noradrenalina y consecuentemente alterando la actividad inotrópica, cronotrópica y electrofisiológica (Santana *et al.*, 2008).

Además, se observó un ligero prolongamiento del intervalo QT, el cual coincide con el estudio realizado por Santana *et al.*, (2008) bajo el mismo protocolo anestésico y difiere con otros estudios realizados bajo distintos protocolos anestésicos como el estudio realizado por Larsson *et al.* (2012) donde solo utilizó ketamina; el estudio realizado por Achcar *et al.* (2013) donde utilizaron midazolam- propofol y el estudio realizado por Santana, *et al.*, (2008) donde utilizó tiletamina- zolazepam. Este prolongamiento, puede deberse a la acción de la xilacina que al disminuir la actividad simpática y aumentar el tono parasimpático a nivel central causan bradicardia (Cullen, 1999) y, por ende, prolonga el intervalo QT en el electrocardiograma.

La duración del complejo QRS fue igual que en otros estudios realizados en la especie bajo el mismo protocolo ketamina- xilacina (Santana *et al.*, 2008) y en distintos protocolos anestésicos como midazolam- propofol (Achcar *et al.*, 2013), por lo que podríamos asumir que los fármacos empleados no afectan la duración de QRS en monos machines negros.

Se observó que la amplitud del complejo QRS fue menor que en el trabajo donde se utilizó ketamina (Larsson *et al.*, 2012) y que en el trabajo donde se utilizó ketamina-xilacina (Santana *et al.*; 2008) y bajo el uso de midazolam-propofol (Achcar *et al.*, 2013). Habría que realizar más estudios comparando dichos protocolos dentro de una misma población de monos, con la finalidad de obtener resultados más precisos al respecto.

Asimismo, se observó que la onda T en su mayoría fue positiva (92%) reportándose solo un 8% con onda T negativa, lo que concuerda con otros estudios realizados bajo distintos protocolos anestésicos: midazolam-propofol (Achar *et al.*, 2013) donde el 77.8% de individuos mostraron onda T positiva; ketamina (Larsson *et al.*, 2012) con un 84% de individuos con onda T positiva. Habría que realizar estudios complementarios tales como dosaje de electrolitos en sangre para ver si estas variaciones en la morfología de la onda T están asociadas a algún disturbio electrolítico.

Con respecto al eje eléctrico medio, los valores obtenidos en este estudio fueron muy variables, presentando valores negativos y positivos los cuales difieren con el estudio de Achar *et al.* (2013) donde utilizaron midazolam- propofol y con el estudio de Larsson *et al.* (2012) donde utilizaron solo ketamina y solo obtuvieron valores positivos. Sin embargo, en otro estudio realizado por Matiko *et al.* (2012) donde utilizaron solo ketamina, registraron tanto valores

negativos como positivos. Esa amplia variación del eje eléctrico podría deberse a la capacidad de rotación del corazón sobre su eje longitudinal y transversal; esta capacidad la presentan la mayoría de los primates como lo mencionan Hamlin, Robinson y Smith (1961) quienes obtuvieron datos electrocardiográficos de *Macaca mullata* en distintas posiciones obteniendo amplia variación en el eje eléctrico sin importar la posición del individuo.

Se observó que un individuo presentó una duración de 0.2 s de la onda P, encontrándose por encima del rango obtenido de la población. El aumento en la duración de la onda P es conocida como onda P *mitrale* (Tilley, 1992) y sugiere principalmente agrandamiento de la aurícula izquierda (Friedbreg, 1996). Esta alteración, en animales de compañía, puede presentarse en una endocardiosis valvular mitral, en alteraciones en la conducción del estímulo desde el nódulo sinusal al atrio ventricular, en cardiopatías congénitas y en miocarditis (Tilley, 1992). El uso de técnicas complementarias como la ecocardiografía sería necesario para un descarte de dichas alteraciones (Henik, 2002).

Otro individuo presentó una duración del segmento PR de 0.8 s, encontrándose por encima del promedio obtenido de la población. El alargamiento de PR es conocido como bloqueo atrio ventricular de primer grado y representa un retraso en la llegada del impulso eléctrico desde el nódulo sinusal al nódulo atrio ventricular, provocando por lo tanto una excitación retardada de los ventrículos (Tilley, 1992). Este tipo de bloqueo suele ser originado frecuentemente por una hipertonía del tono vagal y pueden aparecer secundariamente a una bradicardia (Bernal, 2008); lo cual tendría relación con la acción de la xilacina utilizada.

Se observó que uno de los individuos presentó el eje eléctrico con una marcada desviación a la derecha que podría sugerir un bloqueo de la rama derecha del haz de His. Esto suele aparecer en dilataciones de ventrículo derecho, en alteraciones cardíacas congénitas, en neoplasias, entre otras afecciones cardíacas (San Román, 2000); sin embargo, al tener en cuenta que según los estudios electrocardiográficos en distintas especies de primates y lo descrito por Hamlin, Robinson y Smith (1961) , los valores de eje eléctrico presentan alta variación, se precisaría de otros métodos de diagnóstico como la ecocardiografía o placas radiográficas para determinar si efectivamente se debe a alguna afección cardíaca.

Se encontró diferencias significativas según sexo en algunos valores electrocardiográficos; los machos presentaron mayor frecuencia cardíaca, mayor amplitud de la onda P y mayor duración del segmento PR que las hembras; estos hallazgos difieren con estudios previos realizados en la especie donde no encontraron diferencias significativas entre machos y hembras. Se precisaría de más estudios con igual cantidad de individuos de ambos sexos para obtener información más precisa de si es que existe o no diferencias en el electrocardiograma entre machos y hembras de la especie.

## X. CONCLUSIONES

- Al solo contarse con estudios electrocardiográficos en esta especie bajo sedación, se compararon resultados con el único estudio reportado bajo el mismo protocolo anestésico de ketamina-xilacina obteniendo resultados muy similares, difiriendo sólo en la frecuencia cardiaca donde fue menor que la obtenida en este estudio.
- La población de monos machines negros estudiada presentó alta variabilidad del eje eléctrico lo cual es una característica particular en los primates no humanos por la alta capacidad del corazón para rotar longitudinal y transversalmente en su propio eje.
- A diferencia de estudios previos en la especie, se encontró diferencia significativa según sexo en la frecuencia cardiaca, duración de onda P y segmento PR, asimismo se encontró diferencia significativa en la amplitud de onda P de monos adultos a diferencia de gerontes.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- Realizar más estudios electrocardiográficos en la especie para complementar con lo obtenido hasta hoy y finalmente establecer parámetros de electrocardiograma.
- Utilizar distintos protocolos anestésicos donde los efectos cardiacos sean mínimos y compararlos con los obtenidos en este estudio.
- Complementar los estudios electrocardiográficos con placas de tórax y ecocardiografías para tener conocimientos exactos de la función cardiaca de los monos machines negros
- Implementar la electrocardiografía como parte de los controles sanitarios de rutina en los centros de cautiverio para llevar un mejor control de la salud cardiaca en estos primates.

## XII. REFERENCIAS

- Achcar, L., Garcia, G., Fuchs, T., Trevelin, N., D'Ámico, A., Turra, C y Sarraffl-Lopes, A. (2013). Avaliação eletrocardiográfica de macacos-prego (*Sapajus apella*) sob contenção química com midazolam e propofol. *Ciências Agrárias*, 34(6),3801-3810. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p3801
- Alves, F., Costa, F., Diniz, A., Araujo, A, Ambrosio, C., Guerra, P y Machado, P. (2012). Aparência anatômica e radiográfica da cavidade torácica do macaco-prego (*Cebus apella*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(12). doi: 10.1590/S0100-736X2012001200021
- American Society of Primatologists. (2001). Principles for the Ethical Treatment of Non-Human Primates. Recuperado de: <https://www.asp.org/society/resolutions/EthicalTreatmentOfNonHumanPrimates.cfm>
- Aquino, R. y Encarnación, F. (1994). Primates of Peru. Recuperado de: <http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/unmsm/unmsm-i2/unmsm-i2-24.htm#TopOfPage>
- Aquino, R., Bodmer y Gil, G. (2000). Impacto de la caza en poblaciones de Primates de la cuenca del rio Samiria, Reserva Nacional Pacaya Samiria.. *La Primatología en el Perú. Proyecto Peruano de Primatología vol II*. 81-91.

Bernal, J. (2008). *Manual práctico de interpretación de electrocardiografía*. Zaragoza, España.

SERVET

Carpenter, J., Mashima, T y Rupiper, D. (2001). *Exotic Animal Formulary*. Estados Unidos.

SAUNDERS

De Souza, A.B., Rodrigues, R.P., Pessoa, G.T., Da Silva, A.B., Moura, L.S., Sousa, F. C, Da Silva, F.G., Diniz, A.N., Barbosa, N.A., Araújo, J.R., Santos, I.C., Guerra, P.C., Alves, J.J., Macedo, K.V., Diniz, B.L., Marques, D.C. y Alves, F.R. (2018). Standard Electrocardiographic data from Capuchin monkeys (*Cebus apella*, Linnaeus, 1758). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 57 (1),13-17.

PMCID: PMC5875092

Gozalo, A. (1985). Aspectos clínicos de la asociación de Clorhidrato de Ketamina y Xilacina en *aotus sp.* (Musmuqui o mono nocturno). Tesis de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Hamlin, R.L., Robinson, F y Smith, C. (1961). Electrocardiogram and vectorcardiogram of *Macaca mullata* in various postures. *American Journal of Physiology*, 201 (6), 1083-1089. doi: <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1961.201.6.1083>

Larsson, M.H., Brigel, F., Benesi E., Birge, P., Lazaretti, J, Fedullo, C. y Prada, C. (1999). Padrões hematológicos em *Cebus apella*, anestesiados com quetamina. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*,36 (3). doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-95961999000300005>

- Larsson, M.H., Lucas, S.R., Mirandola, R.M., Lazaretti, P., Fedulho, J.D y Gulimaraes, M.A. (2012). Valores de referência das provas de funções hepática, renal e de alguns eletrólitos em *Sapajus apella*, anestesiados com cetamina. *Ciência Rural*, 27(2), 257-262. Recuperado de: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-703242>
- Lynch, J.W., De Sousa, J y Rylands, A.B. (2012) How different are robust and gracile capuchin monkeys an argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology*, 1-14. doi: 10.1002/ajp.22007
- Matiko, M.H., Pellegrino, A., Costa, V.M., Sanctis, C., Luzes J.D y Larsson C.E. (2012) Electrocardiographic parameters of captive tufted capuchins (*Cebus apella*) under chemical immobilization. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 43(4), 715-718. doi: dx.doi.org/10.1638/2010-0061R1.1
- Nagle, C.A. y Denari, J.H. (1983). The *cebus* monkey (*Cebus apella*). Reproduction on new world primates: new models in medical science. *JP. Hearn*, 39-67 doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-009-7322-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-009-7322-0_2)
- Ospina P.A. (2009). Valores hematológicos del machín negro (*Cebus apella*) mantenido en cautiverio. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Pacheco, V. y Cornejo, F. (2011). Informe Final del Estudio de Especies CITES de Primates Peruanos Perú: Ministerio del Ambiente Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estudio-especies-cites-primates-peruanos-revision>

- Rajendra RS, Brady AG, Parks VL, Massey CV, Gibson SV y Abee CR. (2010). The normal and abnormal owl monkey (*Aotus* sp.) heart: looking at cardiomyopathy changes with echocardiography and electrocardiography. *Journal Medical Primatology* 39:143–150. Doi: 10.1111/j.1600-0684.2010.00403.x
- Revuelta, L., Atencia, R., Somauroo, JD. y Shave, RE. (2015). Electrocardiogram reference intervals for clinically normal wild-born chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Veterinary Research*, 76 (8), 688-693. Doi: 10.2460/ajvr.76.8.688
- Rylands, A., Kierulff, M. y Mittermeyer, R., (2005). Notes on the Taxonomy and distributions of the tufted capuchin monkeys (*Cebus*) of South America. *Instituto de Ciências Biológicas - UFMG*, 6, 97-110. Recuperado de: <https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/full/vol6sup2005/17.pdf>
- Santamarina, G., Torio, R. y Suarez, M. (1998). Principios básicos en electrocardiografía veterinaria. *Consulta de Difusión Veterinaria*, 45. Recuperado de: <http://www.rednacionaldeveterinarias.com.uy/articulos/cardiologia/ECG.pdf>
- Santana, V., Silva, R.M., Souza, A.P., Ferreira, A.F., Wagner, P.G., Evencio, J. y Nóbrega, P.I. (2008). Estudo comparativo dos efeitos da associação anestésica cetamina-xilazina ou Tiletamina-zolazepam em macacos-prego (*Sapajus apella*-Linnaeus,1578). *Revista Científica de Medicina Veterinária- Pequenos Animais e Animais de Estimação*, 6 (8), 159-165. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p3801
- SERFOR y WCS. (2016). Guía de identificación y cuidados iniciales de animales silvestres decomisados o hallados en abandono. Obtenido de: [www.serfor.gob.pe](http://www.serfor.gob.pe)

Terborgh, J. (1983). *Five New World Primates: A Study in comparative Ecology*. Estados Unidos. Princeton University Press.

Tilley, L.P. (1992). *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography*, 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia. LEA & FEBIGER.

Internacional Union for Conservation of Nature (IUCN). 2020. Red list of threatened species. doi: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T172351505A172353050>.

Uribe, W., Duque, M., Medina, L., Marín, J., Velásquez, J y Aristizábal, J. Electrocardiografía básica. Recuperado de: <http://www.siacardio.com/wp-content/uploads/2015/01/ECG-Capitulo-1-Conceptos-b-ísicos.pdf>

Varela, N., Brieva, C. y Galindo, V. (2010). Causas de morbilidad y mortalidad en primates de la unidad de rescate y rehabilitación de animales silvestres (URRAS) entre 1996 y 2003. *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio cap. 3*, Colombia. Recuperado de: <https://www.veterinariosvs.org/medicina-clinica-de-primates-neotropicales/>

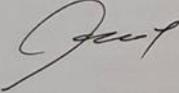
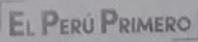
Verona, C.E y Pissinatti, A. (2007). Primates-primatas do novo mundo (Sagui, Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio). *Tratado de animais selvagens medicina veterinária*, 358-362. ISBN: 978-8527726184.



### XIII. ANEXOS

#### Anexo 1: Autorización del Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

A  
n  
e  
x  
o  
  
2  
:  
  
A  
u  
t  
o  
r  
i  
z  
a  
c  
i  
ó  
n  
  
d  
e  
l  
  
P  
a  
t  
r  
o  
n  
a  
t  
o  
  
P  
a  
r

	<b>PERÚ</b> Ministerio de Agricultura y Riego	
<p>"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año de la Universalización de la Salud"</p>		
<p>Lima, 13 FEB. 2020</p>		
<p><b>CARTA N° 087 -2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS</b></p>		
<p>Señora <b>ANDREA ZEBALLOS MORA</b> Investigadora Av. Petit Thouars 1881 - A Lince.-</p>		
<p>Asunto: Remito Resolución de Dirección General N° 089-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS e Informe Técnico N° 099-2020-MINAGRI-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPFS.</p>		
<p>Es grato dirigirme a usted, para remitirle una copia fedateada de la Resolución de Dirección General N° 089-2020-MINAGRI-SERFOR/DGGSPFFS (11/02/2020) y el Informe Técnico N° 099-2020-MINAGRI-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPFS, para su conocimiento y fines, acto mediante el cual se resuelve, OTORGAR la autorización con fines de investigación científica en fauna silvestre, fuera de Áreas Naturales Protegidas, a la señorita <b>ANDREA ZEBALLOS MORA</b>, identificada con DNI N° 73145044, correspondiéndole el Código de Autorización N° <b>AUT-IFS-2020-014</b>.</p>		
<p>Sin otro particular, expreso mis cordiales saludos.</p>		
<p>Atentamente,</p>		
		
<p><b>Raúl Javier Dancé Sifuentes</b> Director General Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR</p>		
<p>CUT: 52090-2019</p>		
<p>Av. Javier Prado Oeste N° 2442 Urb. Orrantía, Magdalena del Mar - Lima 17 T. (511) 225-9005 www.serfor.gob.pe www.minagri.gob.pe</p>		
		

que de las Leyendas



**PARQUE DE LAS  
LEYENDAS**



MUNICIPALIDAD DE  
**LIMA**  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

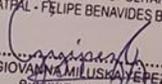
### AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente me dirijo a Ud. para saludarlo y, así mismo informarle que desde nuestra Subgerencia de Zoología del Patronato Parque de las Leyendas - FBB; así como desde la Gerencia General, le notificamos que su trabajo de Investigación denominado "**Determinación de valores de ondas electrocardiográficas en una población de monos machines negros (*Sapajus macrocephalus*) en cautiverio**" ha sido AUTORIZADO.

Por lo que le solicitamos llenar el siguiente formato adjunto, sin otro particular.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA  
PATRIAL - FELIPE BENAVIDES BARREDA



M.V. GIOVANNA MILUSKY VEPEZ GRANDE

Lima, 03 de diciembre de 2019

---

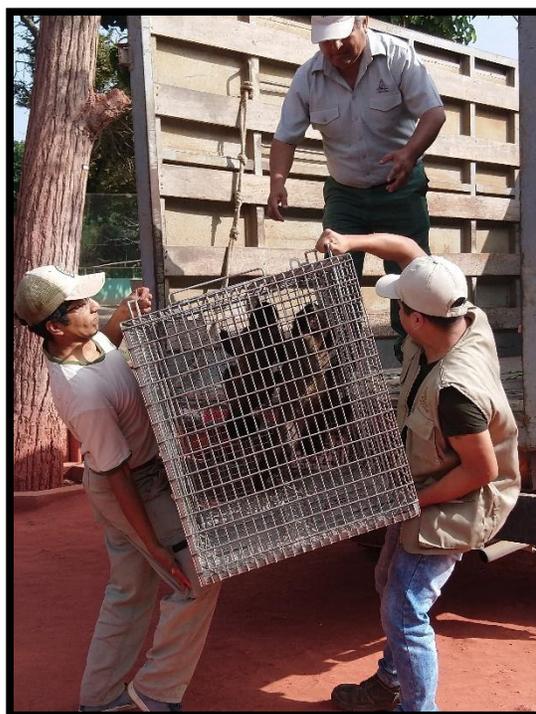
www.leyendas.aob.pe

Central Telefónica: (511) 644 9200

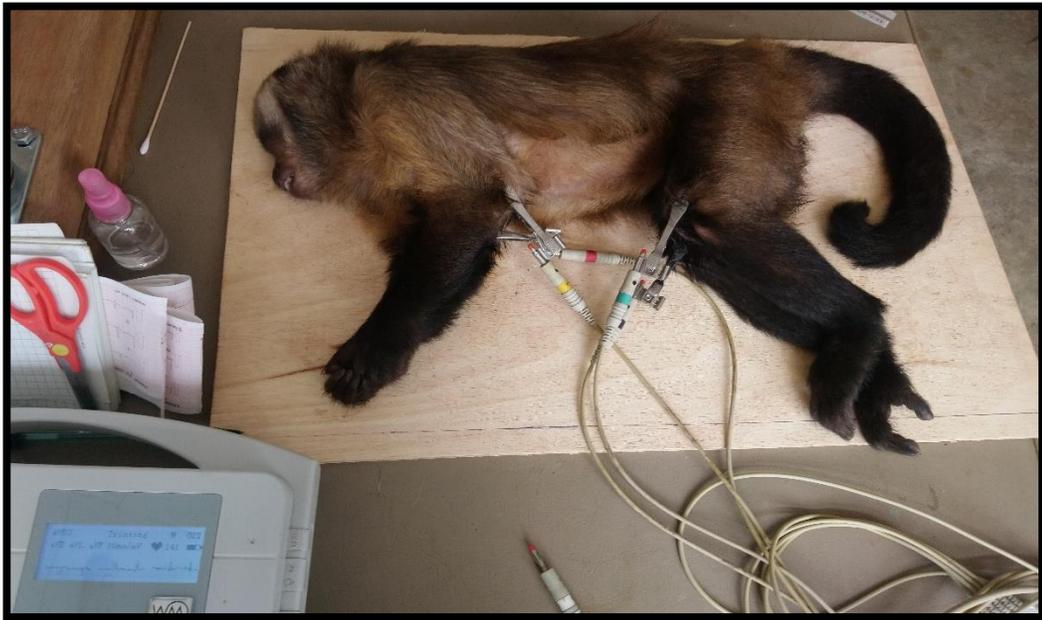
Captura de los monos machines negros con mallas "atrapamonos"



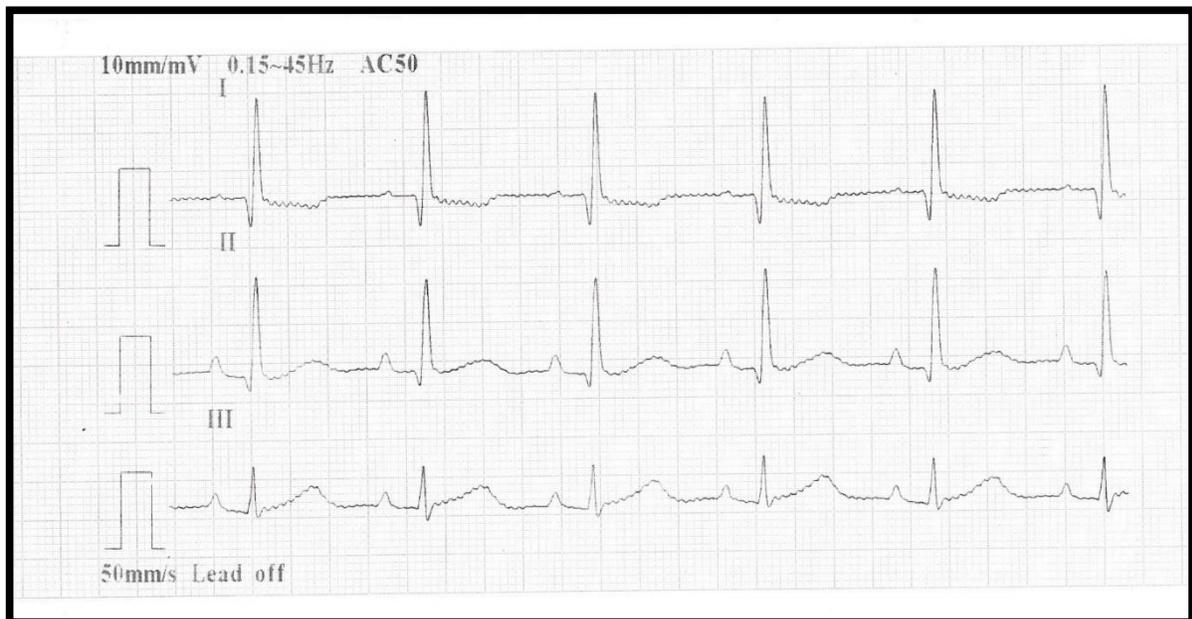
Traslado de los monos machín negro en jaulas de contención



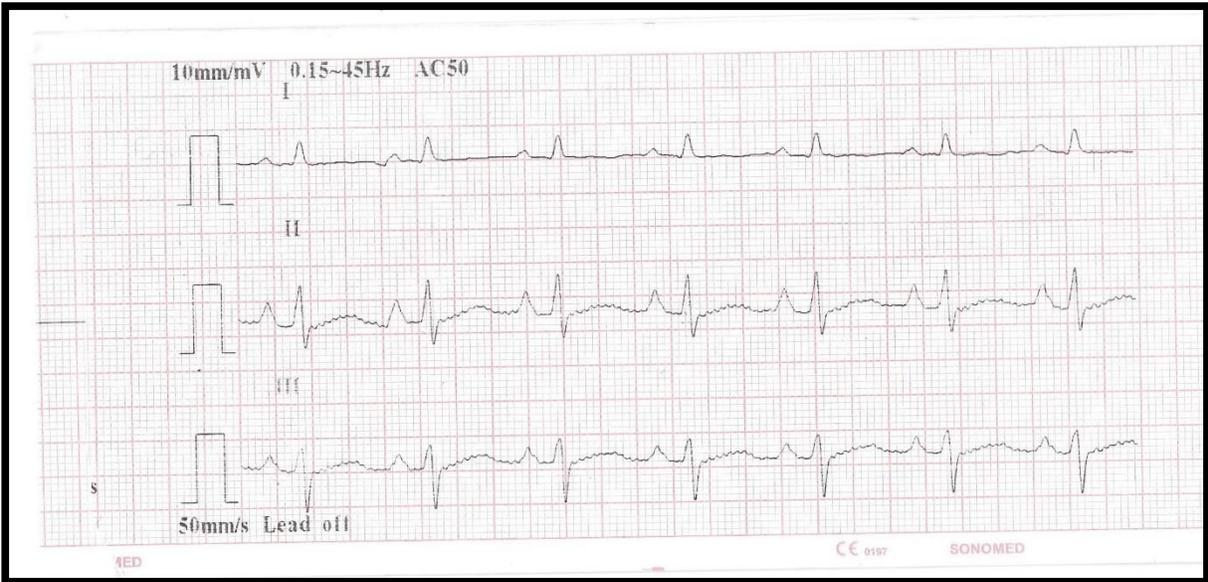
Realización de electrocardiograma a mono machín negro



Registro electrocardiográfico de un mono macho negro



## Registro electrocardiográfico de un mono macho negro



### ANEXO 3: Tablas de prueba t entre monos machos y hembras

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>FC MACHOS</i>	<i>FC HEMBRAS</i>
Media	162.46	137.00
Varianza	878.77	640.36
Observaciones	13.00	12.00
Estadístico t	2.32	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

\* Valor P <0.05 el cual indica diferencia significativa\*

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>ONDA P AMPLITUD HEMBRAS</i>	<i>ONDA P AMPLITUD MACHOS</i>
Media	0.10	0.15
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	12.00	13.00
Estadístico t	-2.44	
P(T<=t) dos colas	0.02	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

\* Valor P <0.05 el cual indica diferencia significativa\*

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION PR HEMBRAS</i>	<i>DURACION PR MACHOS</i>
Media	0.08	0.09
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	11.00	13.00
Estadístico t	-2.32	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

\*Valor P <0.05 el cual indica diferencia significativa\*

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>ONDA P DURACION HEMBRAS</i>	<i>ONDA P DURACION MACHOS</i>
Media	0.04	0.04
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	12.00	13.00
Estadístico t	0.55	
P(T<=t) dos colas	0.59	
Valor crítico de t (dos colas)	2.18	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>EJE ELECTRICO HEMBRAS</i>	<i>EJE ELECTRICO MACHOS</i>
Media	12.42	-19.85
Varianza	2161.72	1921.81
Grados de libertad	23.00	
Estadístico t	1.78	
P(T<=t) dos colas	0.09	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION QRS HEMBRAS</i>	<i>DURACION QRS MACHOS</i>
Media	0.04	0.04
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	12.00	13.00
Estadístico t	-1.78	
P(T<=t) dos colas	0.09	
Valor crítico de t (dos colas)	2.09	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION QT HEMBRAS</i>	<i>DURACION QT MACHOS</i>
Media	0.18	0.19
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	12.00	13.00
Estadístico t	-0.42	
P(T<=t) dos colas	0.68	
Valor crítico de t (dos colas)	2.13	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>AMPLITUD QRS HEMBRAS</i>	<i>AMPLITUD QRS MACHOS</i>
Media	0.42	0.25
Varianza	0.18	0.19
Observaciones	12.00	13.00
Estadístico t	0.97	
P(T<=t) dos colas	0.34	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>AMPLITUD ONDA P NORMAL</i>	<i>AMPLITUD ONDA P SOBREPESO</i>
Media	0.14	0.10
Varianza	0.01	0.00
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	1.53	
P(T<=t) dos colas	0.14	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>F.C NORMAL</i>	<i>F.C SOBREPESO</i>
Media	146.57	154.91
Varianza	845.80	1021.09
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	-0.67	
P(T<=t) dos colas	0.51	
Valor crítico de t (dos colas)	2.08	

**ANEXO 4: Tablas de prueba t entre monos con peso normal y sobrepeso**

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION QRS NORMAL</i>	<i>DURACION QRS SOBREPESO</i>
Media	0.04	0.04
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	-0.42	
P(T<=t) dos colas	0.68	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>AMPLITUD QRS NORMAL</i>	<i>AMPLITUD QRS SOBREPESO</i>
Media	0.31	0.36
Varianza	0.13	0.27
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	-0.28	
P(T<=t) dos colas	0.78	
Valor crítico de t (dos colas)	2.11	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION ONDA P NORMAL</i>	<i>DURACION ONDA P SOBREPESO</i>
Media	0.04	0.04
Varianza	0.00	0.00
Grados de libertad	10.00	
Estadístico t	-0.60	
P(T<=t) dos colas	0.56	
Valor crítico de t (dos colas)	2.23	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>QT NORMAL</i>	<i>QT SOBREPESO</i>
Media	0.18	0.19
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	-0.39	
P(T<=t) dos colas	0.70	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>PR NORMAL</i>	<i>PR SOBREPESO</i>
Media	0.09	0.15
Varianza	0.00	0.05
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	-0.87	
P(T<=t) dos colas	0.40	
Valor crítico de t (dos colas)	2.23	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>EJE ELECTRICO NORMAL</i>	<i>EJE ELECTRICO SOBREPESO</i>
Media	7.64	-19.64
Varianza	1617.02	2773.05
Observaciones	14.00	11.00
Estadístico t	1.42	
P(T<=t) dos colas	0.17	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

### Anexo 5: Tablas de prueba t entre monos adultos y gerontes

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>F.C GERONTE</i>	<i>F.C ADULTO</i>
Media	152.73	132.00
Varianza	852.78	1296.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	0.96	
P(T<=t) dos colas	0.44	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION ONDA P GERONTE</i>	<i>DURACION ONDA P ADULTOS</i>
Media	0.03	0.08
Varianza	0.00	0.01
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	-0.86	
P(T<=t) dos colas	0.48	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30	

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>AMPLITUD ONDA P GERONTES</i>	<i>AMPLITUD ONDA P ADULTOS</i>
Media	0.14	0.05
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	6.14	
P(T<=t) dos colas	0.000004	
Valor crítico de t (dos colas)	2.08	

\*Valor P <0.05 el cual indica diferencia significativa\*

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>PR GERONTES</i>	<i>PR ADULTOS</i>
Media	0.12	0.08
Varianza	0.02	0.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	1.21	
P(T<=t) dos colas	0.24	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>DURACION QRS GERONTES</i>	<i>DURACION QRS ADULTOS</i>
Media	0.04	0.04
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	0.54	
P(T<=t) dos colas	0.64	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>AMPLITUD QRS GERONTES</i>	<i>AMPLITUD QRS ADULTO</i>
Media	0.35	0.18
Varianza	0.17	0.34
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	0.48	
P(T<=t) dos colas	0.68	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>QT GERONTE</i>	<i>QT ADULTO</i>
Media	0.18	0.17
Varianza	0.00	0.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	1.05	
P(T<=t) dos colas	0.32	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20	

## Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	<i>EJE ELECTRICO GERONTES</i>	<i>EJE ELECTRICO ADULTOS</i>
Media	-1.68	-24.00
Varianza	2259.37	2287.00
Observaciones	22.00	3.00
Estadístico t	0.76	
P(T<=t) dos colas	0.50	
Valor crítico de t (dos colas)	3.18	