



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**“PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN PERROS**  
**(*Canis lupus familiaris*) CLÍNICAMENTE SANOS EN ALTURA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROGER FREDY AGUILAR SONCCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

*A Isabel Yolanda, mi madre, con eterna gratitud por protegerme  
siempre y por regalarme la vida y que ahora descansa al lado de Dios.*

*A Sabino Elisban Aguilar Hilari, mi padre, a quien abrazo todos los días en mi  
pensamiento por ser mi ejemplo y guía. Y a su compañera Ana María por su apoyo  
incondicional, todo lo que soy es gracias a ellos*

*A Denisse Dusty, mi esposa, quien estuvo motivándome y ayudándome aun en los  
momentos más turbulentos.*

*A mis queridas hijas Dayra y Majal, por ser el motor principal para concretizar mis  
sueños.*

*A mis hermanos, Yoel, Karina, Brayan y Andrea, por su apoyo incondicional, además  
de saber que mis logros también son los tuyos.*



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por permitirme dar un paso más en mi vida profesional y hacer mi sueño realidad.*

*A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo y orientación en cada paso que doy buscando siempre mi bienestar.*

*A mi esposa e hijas pieza fundamental en mis logros, que con su cariño y comprensión me enseñaron hacer perseverante.*

*A la “Universidad Nacional del Altiplano”, institución que me acogió para formarme como profesional en la Escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia y los jurados que tuvieron acertadas sugerencias de la mejora del trabajo de investigación, fundamental para la finalización del este trabajo.*

*Y un agradecimiento especial al Dr. Harnold Portocarrero Prado, por brindarme su confianza y guiarme de forma acertada en la ejecución de esta investigación.*

*A Renzo Arguedas, por brindarme su amistad y ayuda incondicional en la ejecución de este trabajo de investigación.*

**Roger Fredy**



# ÍNDICE GENERAL

## DEDICATORIA

## AGRADECIMIENTOS

## ÍNDICE GENERAL

## ÍNDICE DE FIGURAS

## ÍNDICE DE TABLAS

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

1.1. OBJETIVO GENERAL .....	13
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES .....	14
2.2. MARCO TEORICO .....	21
2.2.1 Anatomia del corazón en caninos. ....	21
2.2.2 Potencial de acción del musculo cardiaco .....	22
2.2.3 Sistema de conducción eléctrica del corazón. ....	23
2.2.4 Electrocardiografía.....	25
2.2.5 Electrocardiograma normal del perro .....	30
2.2.6 Técnica de la realización del electrocardiograma.....	32

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIOS.....	44
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	44
3.2.1. POBLACIÓN. ....	44
3.2.2. MATERIALES.....	46
3.2.3. METODOLOGIA.....	47
3.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	50



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

<b>4.1. DE LA FRECUENCIA CARDIACA .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2. DEL EJE CARDIACO .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3. DE DURACION Y AMPLITUD DE ONDAS E INTERVALOS .....</b>	<b>56</b>
4.3.1. De duración de la onda P.....	56
4.3.2. De la amplitud de onda P.....	58
4.3.3. De la duración del intervalo PR.....	60
4.3.4. De la duración del complejo QRS.....	63
4.3.5. De la amplitud de la onda R. ....	65
4.3.6. De la amplitud de la onda T. ....	67
4.3.7. De la duración del intervalo QT.....	68
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

**Área:** Fisiología animal.

**Tema:** Electrocardiografía en perros.

**FECHA DE SUSTENTACION:** 18 de noviembre del 2019.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Potencial de acción de la célula contráctil miocárdica ventricular .....	23
Figura 2.	Nódulo sinusal o de Keith y Flack .....	24
Figura 3.	Correlación entre las modificaciones electroionicas y el registro electrocardiográfico durante la actividad contráctil de la célula miocárdica	27
Figura 4.	Muestra derivaciones bipolares: I, II y III .....	28
Figura 5.	Muestra derivaciones unipolares aumentadas aVR, aVL, aVF .....	29
Figura 6.	Sistema hexaxial de las derivaciones bipolares y unipolares aumentadas...	30
Figura 7.	Representación de un registro electrocardiográfico normal en la derivación II. P-QRS-T segmentos e intervalos .....	31
Figura 8.	Posicionamiento estándar, sujeción del animal o colocación de los electrodos para la obtención del registro electrocardiográfico.....	33
Figura 9.	Velocidad y sensibilidad del papel durante la toma del electrocardiograma. ....	34
Figura 10.	Calculo la frecuencia cardiaca en un electrocardiograma de perro .....	37
Figura 11.	Sistema de referencia de 6 ejes de Bailey .....	38
Figura 12.	La derivación I es isoeléctrica (suma=0). .....	39
Figura 13.	Estimación del eje por la mayor deflexión .....	40
Figura 14.	El eje cardiaco calculado mediante el método de representación de dos derivaciones .....	40



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores normales de los intervalos y amplitudes en el perro (derivación II, 50 mm/seg, 1mV=1cm).....	35
Tabla 2. Valores normales en perros y gatos.....	35
Tabla 3: Tablas matemáticas diseñadas por Tilley, para calcular el eje cardiaco en perros .....	41
Tabla 4. Distribución de perros para el registro de electrocardiograma .....	45
Tabla 5. Frecuencia cardiaca de perros de Puno según tamaño y edad, lat/min .....	52
Tabla 6. Eje cardiaco de perros de Puno según tamaño y edad, grados.....	54
Tabla 7. Duración de la onda P de perros de Puno según tamaño y edad, seg.....	56
Tabla 8. Amplitud de la onda P de perros de Puno según tamaño y edad, mV. ....	58
Tabla 09. Duración del intervalo PR de perros de Puno según tamaño y edad, seg. ....	60
Tabla 10. Duración del complejo QRS de perros de Puno según tamaño y edad, seg. ....	63
Tabla 11. Amplitud de la onda R de perros de Puno según tamaño y edad, mV. ....	65
Tabla 13. Duración del intervalo QT de perros de Puno según tamaño y edad, .....	68



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- aVF** : Electrodo explorador de la pierna izquierda.
- aVL**: Electrodo explorador de brazo izquierdo.
- aVR**: Electrodo explorador del brazo derecho.
- AKG**: American Kennel Club
- DE**: Desviación estándar
- DI**: Derivada I
- DII**: Derivada II
- DIII**: Derivada III
- ECG**: Electrocardiograma.
- EKG**: Electrocardiograma.
- ECM**: Eje cardiaco medio.
- Et al.**: Y colaboradores
- Kg**: kilogramos
- KPV**: kilos de peso vivo
- Lt/min.** : Latidos por minuto
- Min.** : Minuto
- mV**: milivoltios.
- mm/s**: Milímetros/segundo.
- m.s.n.m.**: metros sobre el nivel del mar
- NS**: Nódulo sinusal
- NAV**: Nódulo auriculo ventricular
- P**: Probabilidad de F en el análisis de varianza.
- TRC**: Tiempo de relleno capilar
- Seg**: Segundos.





## RESUMEN

El estudio fue realizado en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano ubicado a 3827 m de altitud. Cuyo objetivo fue determinar la frecuencia cardiaca, el eje cardiaco y los valores de duración y amplitud de las ondas e intervalos de los parámetros electrocardiográficos en perros aparentemente sanos, considerando tamaño y edad. Se utilizó 72 perros, separados en tres grupos definidos por el tamaño y/o peso corporal del animal, con edades de: jóvenes de 6 a 18 meses y adultos entre 19 meses a 6 años. Los promedios generales fueron: frecuencia cardiaca fue  $115,79 \pm 15,93$  lat/min mostrando diferencias ( $\leq 0,05$ ) que guardan relación con el factor tamaño y edad. Eje cardiaco fue  $59,16 \pm 15,79^\circ$ , no evidenciándose diferencias para los factores tamaño y edad. Los promedios de los valores de duración y amplitud de las ondas e intervalos fueron: Onda P fue  $0,03 \pm 0,00$  segundos,  $0,23 \pm 0,05$  mV, respectivamente no mostrando diferencias para el factor tamaño y edad. Intervalo PR fue  $0,10 \pm 0,01$  segundos, mostrando diferencias ( $\leq 0,05$ ) que guardan relación con el factor tamaño, lo cual no se evidencia para el factor edad. Complejo QRS fue  $0,03 \pm 0,005$  segundos, no se evidencio diferencias para los factores tamaño y edad. Onda R fue  $1,08 \pm 0,28$  mV, mostrando diferencias ( $\leq 0,05$ ) que guardan relación con el factor tamaño, lo cual no se evidencia para el factor edad. Onda T fue  $0,24 \pm 0,05$  mV, mostrando diferencias ( $\leq 0,01$ ) que guardan relación con el factor tamaño, lo cual no se evidencia para el factor edad. Intervalo QT fue  $0,19 \pm 0,03$  segundos, mostrando diferencias ( $P < 0,05$ ) que guardan relación con el factor tamaño, lo cual no se evidencia para el factor edad. El sexo no influyó sobre los Parámetros analizados.

**Palabras Clave:** EKG, parámetros del EKG, perros, electrocardiografía, electrocardiograma.



## ABSTRACT

The study was carried out at the Veterinary Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the National University of the Altiplano located at 3827 m of altitude. The objective of which was to determine the heart rate, the heart axis and the values of duration and amplitude of the waves and intervals of the electrocardiographic parameters in apparently healthy dogs, considering size and age. 72 dogs were used, separated into three groups defined by the size and / or body weight of the animal, with ages of: young from 6 to 18 months and adults between 19 months to 6 years. The general averages were: heart rate was  $115.79 \pm 15.93$  beats / min showing differences ( $\leq 0.05$ ) that are related to the size and age factor. Heart axis was  $59.16 \pm 15.79$  °, not showing differences for the size and age factors. The averages of the values of duration and amplitude of the waves and intervals were: P wave was  $0.03 \pm 0.00$  seconds,  $0.23 \pm 0.05$  mV, respectively, showing no differences for the size and age factor. PR interval was  $0.10 \pm 0.01$  seconds, showing differences ( $\leq 0.05$ ) that are related to the size factor, which is not evidenced for the age factor. QRS complex was  $0.03 \pm 0.005$  seconds, no differences were evidenced for the size and age factors. R wave was  $1.08 \pm 0.28$  mV, showing differences ( $\leq 0.05$ ) that are related to the size factor, which is not evident for the age factor. T wave was  $0.24 \pm 0.05$  mV, showing differences ( $\leq 0.01$ ) that are related to the size factor, which is not evident for the age factor. QT interval was  $0.19 \pm 0.03$  seconds, showing differences ( $P < 0.05$ ) that are related to the size factor, which is not evidenced for the age factor. Sex did not influence the parameters analyzed.

**Key Words:** EKG, EKG parameters, dogs, electrocardiography, electrocardiogram



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Puno, según el Ministerio de Salud, el área de Salud Pública, manifiesta que en el 2013 existía una población de 15 394 canes, significa que, por cada 9 habitantes existe un perro (MINSA, 2014). Entre la ciudad más importante del departamento de Puno existe 27 establecimientos de atención veterinaria entre consultorios y clínicas veterinarias para animales menores (Mamani, 2014), en donde aproximadamente se atiende al año unos 1500 pacientes con afecciones generales, según las estadísticas indican que el 10% de ellas acuden por una patología cardíaca (Mayoral et al, 1995).

Para apreciar el funcionamiento del corazón, el veterinario dispone de varios métodos diagnóstico. El examen clínico, considerado la auscultación cardíaca, la determinación de enzimas séricas cardíacas, las imágenes diagnosticas (rayos X y ecocardiografía) y la electrocardiografía (Basto y Arcila, 2005).

El electrocardiograma (ECG) es el único método que evalúa la actividad eléctrica del corazón de forma no invasiva, mediante la aplicación de electrodos cutáneos que captan las diferencias de potenciales producidas por el corazón y que se transmiten a través de los diferentes tejidos, al igual que en la electrocardiografía en humanos, la electrocardiografía en perros se interpreta mediante mediciones de duración y amplitud de ondas y segmentos del ciclo cardíaco, y del eje eléctrico promedio, en condiciones fisiológicas el nódulo sinoauricular, genera de 80 a 140 potenciales de acción que se propagan a los atrios, atraviesa el nódulo atrioventricular continuando por el Haz de His



que se propaga por ambos ventrículos por las fibras de Purkinje (Ramírez y Montoya, 2005; Ortega, et al.,2006 ).

En la clínica canina el electrocardiograma como un recurso esencial ha sido y debe ser utilizado en el diagnóstico de alteraciones cardiacas primarias y secundarias, pudiendo ser estas de carácter congénito o adquirido y desarrollar un curso agudo o crónico. En el perro la mayor incidencia de cardiopatías está relacionado con la insuficiencia valvular, tipo de cardiopatía adquirida con presentación frecuente en perros adultos, que pueden ser confirmados por los registros electrocardiográficos específicos que ocasionan. En los animales jóvenes las cardiopatías congénitas son las más comunes que las adquiridas, siendo las más comunes la estenosis pulmonar, aortica, presencia del ducto arterioso entre otros. Por lo tanto, un análisis conjunto de los hallazgos clínicos, radiológicos y electrocardiográficos confirma y diferencia el diagnóstico de las cardiopatías (Ocampo, 2000). Así mismo el análisis electrocardiográfico de un paciente permite al cirujano, una evaluación más completa del paciente, que ayude a una adecuada preparación preoperatoria, además ayuda a efectuar la elección del anestésico y el tratamiento posoperatorio, así como para servir de monitor durante el procedimiento quirúrgico. También colabora ayuda a monitorear el pronóstico y terapéutica de las enfermedades, sobre todo las que de alguna manera afectan la posición del corazón, también permite seguir el efecto de tratamientos médicos y procedimiento quirúrgicos sobre la actividad cardiaca (Meder, 2010; Ortega, et al.,2006).

Estas son las razones de la realización de la investigación debido a la ausencia de valores electrocardiográficos en perros del altiplano puneño que se ajusten a nuestras condiciones ambientales y a la amplia variedad de datos no actualizados en la literatura y utilizados en la práctica diaria, y así, se podrá evaluar la existencia de cambios



electrocardiográficos significativos que podrán evitarse el error en el diagnóstico, pudiendo obtener resultados de diagnósticos falsos positivos conllevando a un gasto innecesario en pruebas complementarias, así como de resultados falsos negativos en los cuales se asumiría la inexistencia de enfermedad cuando realmente se estaría encubriendo una patología.

### **1.1.OBJETIVO GENERAL**

- Determinar los parámetros electrocardiográficos en perros (*Canis lupus familiaris*) de altura.

### **1.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la frecuencia cardiaca según edad y tamaño
- Determinar el eje eléctrico según edad y tamaño
- Determinar la duración y amplitud de ondas e intervalos de los parámetros electrocardiográficos según edad y tamaño



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Romero (2018), en su tesis “Parámetros electrocardiográficos, evaluados en 2 pisos altitudinales en perros sanos. Cuyo objetivo fue establecer parámetros referenciales electrocardiográficos, en perros sanos en dos pisos altitudinales (Piso 1 correspondiente a perros de la ciudad de Machala 6 m.s.n.m, y Piso 2 a perros de ciudad de Cuenca a 2560 m.s.n.m). Utilizó un total de 24 perros mestizos clínicamente sanos, en cada piso altitudinal con diferente sexo, edad (Edad 1: 2-3 años, Edad 2: 4-5 años), peso (Peso 1: 10-16 Kg. Peso 2: 17-23 Kg). Los parámetros electrocardiográficos para la Piso 1 fueron: frecuencia cardiaca de  $123,3 \pm 7,31$  latidos por minuto, eje cardiaco de  $75,3 \pm 3,09$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,2 \pm 0,02$  mv, duración del intervalo PR  $0,1 \pm 0,01$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,00$  seg, amplitud de la onda R  $1,6 \pm 0,13$  mv, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,00$  seg. Para el piso 2 fueron: frecuencia cardiaca de  $120,0 \pm 7,38$  latidos por minuto, eje cardiaco de  $66,6 \pm 4,32$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,2 \pm 0,02$  mv, duración del intervalo PR  $0,09 \pm 0,01$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,00$  seg, amplitud de la onda R  $1,4 \pm 0,13$  mv, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,01$  seg. Para el peso 1 fueron: frecuencia cardiaca de  $122,0 \pm 7,38$  latidos por minuto, eje cardiaco de  $71,3 \pm 2,96$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,2 \pm 0,01$  mv, duración del intervalo PR  $0,09 \pm 0,01$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,00$  seg, amplitud de la onda R  $1,5 \pm 0,14$  mv, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,00$  seg. Y para el peso 2 fueron: frecuencia cardiaca de  $121,4 \pm 6,45$



latidos por minuto, eje cardiaco de  $70,6 \pm 2,34$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,2 \pm 0,02$  mv, duración del intervalo PR  $0,09 \pm 0,01$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,00$  seg, amplitud de la onda R  $1,5 \pm 0,13$  mv, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,00$  seg. Con relación a la edad 1 son: frecuencia cardiaca de  $120,0 \pm 7,45$  latidos por minuto, eje cardiaco de  $71,8 \pm 3,84$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,1 \pm 0,02$  mV, duración del intervalo PR  $0,1 \pm 0,01$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,01$  seg, amplitud de la onda R  $1,5 \pm 0,17$  mV, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,01$  seg, y para la edad 2 fueron: frecuencia cardiaca de  $122,6 \pm 7,00$  latidos por minuto, eje cardiaco de  $70,4 \pm 3,84$  grados, duración y amplitud de la onda P  $0,02 \pm 0,00$  seg y  $0,2 \pm 0,02$  mV, duración del intervalo PR  $0,09 \pm 0,00$  seg, duración del complejo QRS  $0,05 \pm 0,00$  seg, amplitud de la onda R  $1,5 \pm 0,11$  mV, y duración del intervalo QT  $0,1 \pm 0,00$  seg. Concluyen que los parámetros electrocardiográficos, no presentaron diferencia estadística en ninguna de las variables planteadas.

Fernández, et al. (2013), en su tesis “Evaluación electrocardiográfica de caninos atendidos en la unidad de cardiología del Hospital de Facultad de Veterinaria en el primer semestre del año 2012, cuyo objetivo fue determinar las alteraciones electrocardiográficas más frecuentes en caninos que se presentan a la Unidad de Cardiología en el Hospital Veterinario-Montevideo. Trabajó con 72 perros de diferentes edades y tamaños que se dividieron en dos grupos: A. Perros con patología cardiaca primaria y B. Perros atendidos por patologías no cardiacas y que no presentaron sintomatología de insuficiencia cardíaca en el examen objetivo general. A todos los perros les realizaron examen físico general, seguido de examen objetivo particular cardiovascular, incluyendo un registro electrocardiográfico. Obteniendo parámetros electrocardiográficos en perros



sanos fueron: frecuencia cardiaca  $142 \pm 37,9$  latidos por minuto, duración y amplitud de la onda P  $0,033 \pm 0,01$  seg y  $0,2 \pm 0,1$  mv, duración del intervalo PR  $0,1 \pm 0,03$  seg, duración y amplitud del complejo QRS  $0,05 \pm 0,02$  seg y  $1,41 \pm 0,7$  mv, y duración del intervalo QT fue de  $0,2 \pm 0,1$  seg”.

Carrillo, et al. (2011), realizo el estudio “Parámetros Electrocardiográficos y Radiográficos Cardíacos en la raza Perro sin Pelo del Perú, cuyo objetivo fue determinar los parámetros radiográficos cardíacos y electrocardiográficos en perros de la raza sin Pelo del Perú, de tamaño mediano, de la zona de Lima, Perú. Para ello utilizaron 30 canes de ambos sexos, adultos, con un peso corporal de 8 a 12 kg, aparentemente sanos. Se les practicó una evaluación electrocardiográfica con seis derivaciones estándares y se analizaron las ondas (P, complejo QRS y T), segmentos (PR, QRS y QT). Obteniendo resultados para la amplitud de la onda P de 0.21mV y duración de 0.04s, duración del Intervalo PR 0.09s, duración del complejo QRS 0,04 seg y la amplitud de 1.81 mV, Intervalo QT 0.17seg Segmento ST 0.1mV, amplitud de la Onda T de 0.23mV. Concluyendo que los parámetros radiográficos cardíacos y electrocardiográficos de la raza se encontraron dentro de los valores normales para perros en general. El sexo no influyó sobre los Parámetros analizados”.

Merizalde (2011), en su tesis “Determinación de Parámetros Electrocardiográficos en 300 Caninos Sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm, cuyo objetivo fue analizar los parámetros electrocardiográficos y eje cardiaco en 300 caninos sanos entre 2 y 6 años de edad, machos y hembras organizados por peso. Para la toma del electrocardiograma el paciente se ubicó en cuadripedestación con las extremidades anteriores paralelas entre si y perpendiculares al dorso, se colocaron los electrodos en los pliegues del antebrazo





y miembros posteriores, los cuales se humedecieron con alcohol. Obtuvo los valores electrocardiográficos, para la amplitud de onda P el promedio fue 0,20 mV y una duración de 0,04 seg, el intervalo PR fue de 0,09 seg, la duración QRS fue de 0,06 seg, con una amplitud de onda R de 0,94 mV, intervalo ST fue de 0,07 seg, intervalo QT fue de 0,19 seg y para la duración T fue de 0,06 seg, siendo el eje cardiaco promedio de +65 grados. En perros pequeños (<10 kg), presentaron valores de onda P con una duración de 0,03 seg y amplitud de 0,22 mV, duración del intervalo PR de 0,07 seg, y una duración del intervalo QT 0,17 seg, el promedio del eje cardiaco fue de 68,89 grados. En perros medianos (11-20 kg), la duración y amplitud de la onda P fue de 0,04 seg y 0,18 mV, duración del intervalo PR fue de 0,08 seg, intervalo QT fue de 0,18 seg y un eje cardiaco de 70,14 grados. Para perros grande (21-30 Kg), obtuvo los siguientes parámetros, onda P de 0,04 seg y 0,18 mV, intervalo PR 0,08 seg, intervalo QT fue de 0,18 seg y un eje cardiaco de 64,32 grados. Concluye que hubo diferencias en la amplitud y duración de onda P, intervalo PR, ST y QT. Estas divergencias se deben en su mayoría, a situaciones fisiológicas adaptativas frente a condiciones geográficas como la altitud; a variaciones generacionales y al mismo estado consciente de los animales al momento de los exámenes, ya que se producen condiciones de estrés.

Sánchez y Venegas (2008), en su tesis “Cambios en los valores del electrocardiograma de caninos en tres pisos térmicos de Cundinamarca, Colombia, cuyo objetivo fue mostrar las variaciones de los valores del electrocardiograma en perros clínicamente sanos de tres ciudades de Cundinamarca, Colombia: Bogotá a 2600 msnm, Fusagasugá a 1700 msnm y Girardot a 326 msnm en 335 perros. Separados en seis grupos dependiendo de la altura sobre el nivel del mar y el peso del animal (menos de 15 kg y de más de 15



kg). Los electrocardiogramas se tomaron con un electrocardiógrafo portátil de un canal y se incluyeron las derivaciones I, II, III, aVR, aVL, aVF. En los perros de la ciudad de Bogotá los parámetros electrocardiográficos en perros con un peso > 15 kg fue de: duración y amplitud de onda P 0,03 seg y 0,20mv; duración y amplitud del complejo QRS 0,04 seg y 1,15 mv; amplitud de la onda T 0,25 mv, y la duración del intervalo QT fue de 0,19 seg, con una frecuencia cardiaca de 113,48 latidos por minuto. Y en los perros con un peso < 15 Kg obtuvo los siguientes parámetros: duración y amplitud de onda P 0,03 seg y 0,22mv; duración y amplitud del complejo QRS 0,04 seg y 1,05 mv; amplitud de la onda T 0,26 mv, y la duración del intervalo QT fue de 0,16 seg, con una frecuencia cardiaca de 118,84 latidos por minuto los valores del eje eléctrico estuvieron entre + 29,92 y + 44,75 grados, mostrando una desviación a la izquierda. Concluyen que se observaron diferencias significativas de los valores del electrocardiograma en la derivación II, en relación a la altura sobre el nivel del mar y al peso de los animales, lo cual adquiere importancia cuando se quieran diagnosticar anomalías cardiacas de animales que viven a diferentes alturas sobre el nivel del mar”.

Ortega, et al. (2006), realizaron el estudio de “Base de datos de medidas electrocardiográfica para caninos residentes en la ciudad de Bogotá, cuyo objetivo fue presentar medidas electrocardiográficas de 100 pacientes caninos sin anomalías cardiacas examinadas en la ciudad de Bogotá (2650 m.s.n.m.), las medidas que se incluyen dentro de la base de dato, comprenden la duración y amplitud de las ondas que componen un ciclo cardiaco en cada uno de los registros electrocardiográficos de los pacientes examinados. Siendo los resultados los siguientes para la derivación II: perros < 10 Kg, la duración y amplitud de la onda



P fue de 0.05 seg, 0.641 mv, el intervalo PR (0.095 seg), la duración del complejo QRS (0.08 seg), la amplitud de la onda R 3.9 mV, amplitud de la onda T 1.01 mV. En perros de 10-19.9 Kg, la duración y amplitud de la onda P fue de 0.105 seg, 0.569 mv, el intervalo PR (0.105 seg), la duración del complejo QRS (0.06 seg), la amplitud de la onda R 2.1 mV, amplitud de la onda T 0.369 mV. En perros de 20-29.9 Kg, la duración y amplitud de la onda P fue de 0.105 seg, 0.755 mv, el intervalo PR (0.105 seg), la duración del complejo QRS (0.075 seg), la amplitud de la onda R 5.23 mV, amplitud de la onda T 1.140 mV”.

Pochón, et al. (2004), en su trabajo “Exploración Estadística de Parámetros Electrocardiográficos en Caninos Categorizados en Cuatro Tallas Diferentes, el objetivo fue analizar las distintas variables del electrocardiograma en cuatro tallas categorizadas para estimar parámetros como: frecuencia y ritmo, amplitudes, intervalos y segmentos, con una muestra de 55 perros clínicamente sanos de diferentes razas, sexo y con edades comprendidas entre 2 a 10 años. Los animales fueron categorizados en cuatro tamaños definidos por la talla y el peso corporal del animal, de la siguiente manera: Categoría I (tamaño chico): perros con menos de 10 Kg, Categoría II (tamaño mediano): perros de entre 10 a 20 Kg, Categoría III (tamaño grande): perros de entre 20 a 40 Kg y Categoría IV (tamaño gigante): perros con más de 40 Kg. Los registros se realizaron con un electrocardiógrafo Marca Cardio-Chat, con las siguientes características técnicas: regulador de velocidad (25/50 mm/seg), regulador de voltaje (0,5; 1 y 2 mV), y se incluyeron las derivaciones bipolares y monopolares clásicas. Siendo los parámetros electrocardiográficos para la categoría I: frecuencia cardiaca  $139,6 \pm 27,2$  lat/min, duración y amplitud de la onda P  $0,028 \pm 0,006$  seg,  $0,22 \pm 0,08$  mv; intervalo PR  $0,075 \pm 0,012$  seg; duración del complejo QRS  $0,036 \pm 0,004$  seg, amplitud de la



onda R  $1,43 \pm 0,7$  mv, duración del intervalo QT  $0,172 \pm 0,02$  seg, con un eje cardiaco de +60 a +90 grados; para la categoría II: frecuencia cardiaca  $128,2 \pm 16,8$  lat/min, duración y amplitud de la onda P  $0,030 \pm 0,008$  seg,  $0,15 \pm 0,052$  mv; intervalo PR  $0,098 \pm 0,016$  seg; duración del complejo QRS  $0,042 \pm 0,005$  seg, amplitud de la onda R  $1,51 \pm 0,65$  mv, duración del intervalo QT  $0,175 \pm 0,011$  seg, con un eje cardiaco de +50 a +90 grados, y para la categoría III: frecuencia cardiaca  $126,9 \pm 21,9$  lat/min, duración y amplitud de la onda P  $0,030 \pm 0,006$  seg,  $0,13 \pm 0,065$  mv; intervalo PR  $0,097 \pm 0,016$  seg; duración del complejo QRS  $0,043 \pm 0,006$  seg, amplitud de la onda R  $1,5 \pm 0,63$  mv, duración del intervalo QT  $0,176 \pm 0,018$  seg, con un eje cardiaco de +40 a +80 grados”.

Tilley y Goodwin, (2001), indican que los parámetros normales en derivada II que en los electrocardiogramas son: frecuencia cardiaca en cachorros de 70 – 220 lat/min, razas toy de 70 – 180 lat/min, razas medianas de 70 – 160 lat/min, razas gigantes de 60 – 140 lat/min, onda P con altura de 0,4 mV, duración de 0,04 seg, (razas gigantes hasta 0,05 seg), intervalo PR 0,06 – 0,13 seg, complejo QRS con altura en razas grandes de 3,0 mV máximo, razas pequeñas 2,5 mV máximo, razas grandes 0,06 s máximo, y la duración en razas grandes y pequeñas de 0,05 seg máximo, intervalo QT de 0,15 – 0,25 seg con frecuencia cardiaca normal, la onda T puede ser positiva, negativa o bifásica, con una amplitud +/- 0,05 – 1,0 mV no mayor que  $\frac{1}{4}$  de la amplitud de la onda R y eje cardiaco de +40° a +100°.



## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1 Anatomía del corazón en caninos.

El corazón se encuentra ubicado en el centro de la cavidad torácica, y ocupa el espacio existente entre los espacios intercostales tercero y sexto, situado en el mediastino medio, es el espacio central situado entre las cavidades pleurales y la separación entre los sacos pleurales izquierdo y derecho. En perros, el eje del corazón forma un ángulo de 30 a 40° abierto hacia craneal junto con el esternón y el peso absoluto del corazón en un perro de tamaño medio es de 400 a 600 gramos y representa del 0.9 al 2.2% del peso total del cuerpo. El corazón está compuesto esencialmente por tejido muscular (miocardio) y, en menor proporción, por tejido conectivo y fibroso (tejido de sostén, válvulas), y subdivididos en cuatro cavidades superiores son llamadas atrios, las dos cavidades inferiores se denominan ventrículos (Sisson y Grossman, 1995).

La Aurícula Izquierda, es la cavidad que recibe la sangre de las venas pulmonares y se encuentra separada del ventrículo izquierdo, por medio de la válvula tricúspide, la cual permite el pasaje de sangre hacia el ventrículo y esta expulsa la sangre hacia la arteria aorta, a través de la válvula aortica, del cual emerge la arteria coronaria que irriga el corazón. La aurícula derecha recibe la sangre de las venas cavas anterior y posterior, pasa al ventrículo derecho por la válvula mitral y del ventrículo hacia la arteria pulmonar, a través de la válvula pulmonar. La separación entre las aurículas y los ventrículos está dada por los tabiques interauricular e interventricular, respectivamente (Desmarás y Mucha, 2001).

### 2.2.2 Potencial de acción del musculo cardiaco

Durante la despolarización el gradiente eléctrico de membrana celular cambia y la polaridad se pierde o se invierte. Cuando una célula se despolariza, estimula la despolarización de las células continuas y la despolarización se transmite en forma de onda de célula en célula por todo el miocardio. El potencial de membrana en reposo de las células es muy grande y va desde  $-40$  mV a  $-90$  mV (Fernández, et al., 2013).

Guyton y Hall (2011), refieren que las células del sistema de conducción se despolarizan de forma espontánea, modificando el transporte transmembranas de los iones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , lo cual genera un potencial de acción esta es la base del automatismo de las células cardiacas especializadas, esta actividad de membrana se divide en cinco fases (figura 1):

- La fase 0: en la cual hay un aumento en la permeabilidad de la membrana al  $\text{Na}^+$ , la misma que ingresa al interior de la célula y produce una despolarización, el potencial de membrana se invierte hasta alcanzar valores de  $+20$  a  $+25$  mV. Esta duración se representa en el electrocardiograma como la onda R.
- La fase 1: equivale a la repolarización rápida. En esta fase existe un aumento en la permeabilidad del  $\text{Cl}^-$ , que ingresa al interior de la célula para equilibrar las cargas positivas con las cargas negativas.
- La fase 2: Se refiere al ingreso del  $\text{Ca}^{++}$ , este evento permite un llenado adecuado de los ventrículos, por la apertura de los canales lentos de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Na}$  por lo que fluye cantidades de estos iones hacia al interior para prolongar la despolarización y produciendo la meseta del potencial de acción. En el electrocardiograma, está representada por el segmento ST.

- La fase 3: continúa la repolarización y el potencial de membrana busca el reposo, se debe a la salida de  $K^+$ . En el electrocardiograma está representando por la onda T.
- La fase 4: Corresponde a la pausa cardiaca, cuando las aurículas y ventrículos están relajados, actúa la bomba de  $Na^+/K^+$ , aquí se van a restablecer el equilibrio tanto eléctrico como químico, el retorno del  $K^+$  al interior y los de  $Na^+$  al exterior con gasto de energía (Kittleson y Kienle, 2000).

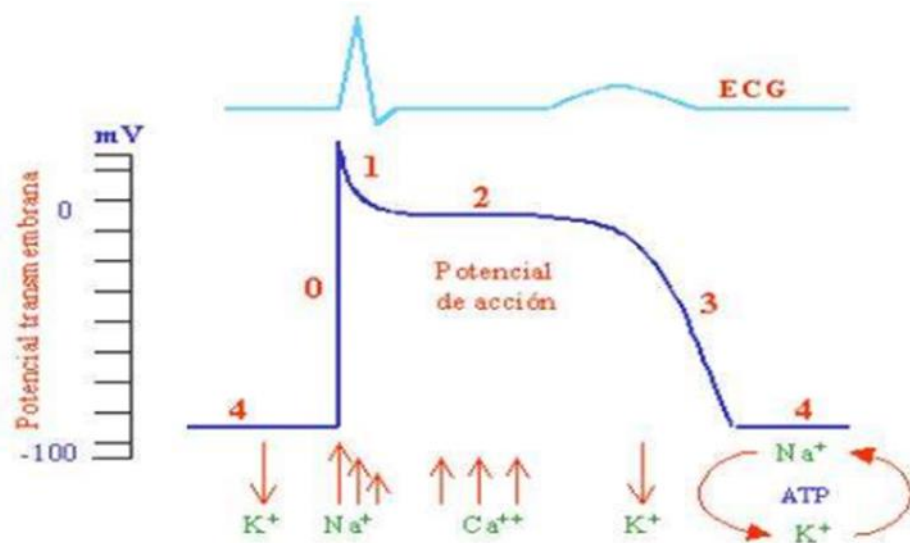
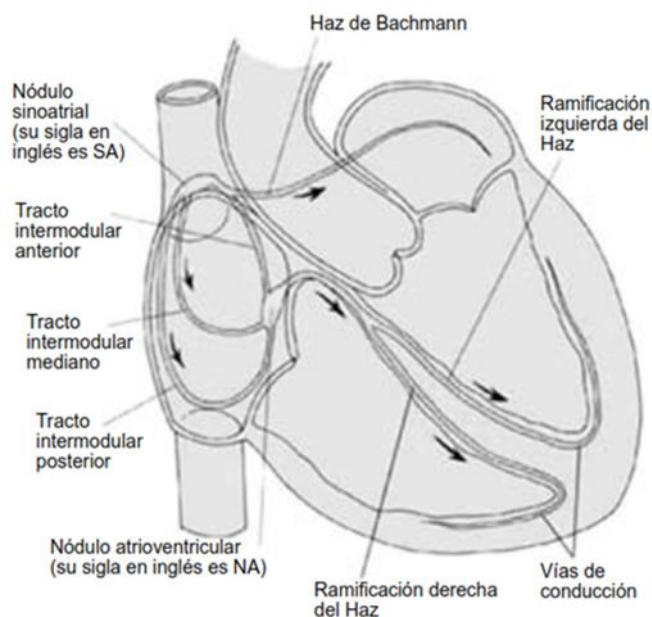


Figura 1. Potencial de acción de la célula contráctil miocárdica ventricular, las flechas indican los tiempos de los principales movimientos de iones a través de la membrana celular (Kittleson y Kienle, 2000).

### 2.2.3 Sistema de conducción eléctrica del corazón.

El sistema de conducción eléctrica del corazón se caracteriza por estar formado por unas células especializadas denominados células marcapasos que con mayor rapidez se despolarizan, se encuentran en el nódulo sinoauricular (SA) localizado en la pared auricular derecha en el punto donde la vena cava entra en dicha aurícula, véase la figura 2. Este primer marcapaso tiene a la propiedad de producir espontáneamente estímulos eléctricos a mayor frecuencia que otros puntos del

miocardio, por lo que comanda y origina el automatismo cardiaco. La conducción del impulso cardiaco a través del atrio ocurre tres tractos inter nodales: anterior, medio y posterior. Existe una conducción directa de fibra a fibra en los caminos entre el nódulo SA y el nódulo AV (Mucha, 2007).



*Figura 2. Nódulo sinusal o de Keith y Flack: estructura que se localiza en la aurícula derecha entre la desembocadura de la vena cava superior y la orejuela derecha. Los tractos intraauriculares o internodulares agrupados en tres haces: anterior o de Bachman, medio o de Thorel constituyen la vía de conducción de los dos nodos: sinusal y auriculo-ventricular.*

El nódulo AV o de Aschoff y Tawara, está ubicado en la unión entre la aurícula y ventrículo derecho. El nodo AV retrasa la transmisión del impulso un medio de 0.12 segundos, haciendo posible que la sangre pasa de las aurículas a los ventrículos antes de que se contraigan y protegiendo a los ventrículos en caso de arritmias auriculares y el haz de His está conformado por fibras excitables que se continúan desde el nódulo AV y siguen el recorrido por el tabique intraventricular.





Además, cruza al largo del septo membranoso hacia la válvula aortica y se bifurca en la válvula formando la rama derecha e izquierda. Con respecto a la rama derecha pasa a través del lado derecho del tabique interventricular hacia el musculo papilar anterior. Una red de fibras conductoras que irradian la rama derecha luego se extiende sobre la pared ventricular derecha. Sin embargo, la rama izquierda pasa a través del lado izquierdo del tabique interventricular justo por debajo de la cúspide de la válvula aortica. En esta unión con el primer tercio del septum se divide en fascículo anterior y posterior que pasan por el correspondiente musculo papilar. Estos fascículos se dividen hacia la red de fibras denominadas fibras de Purkinje que están distribuidas en el miocardio ventricular (Montoya y Ynaranja, 2012).

#### **2.2.4 Electrocardiografía**

La electrocardiografía reúne las técnicas para medir la actividad eléctrica del corazón; para su realización se requiere de un electrocardiógrafo. El electrocardiograma puede realizar mediciones de amplitud y duración de las ondas y segmentos, así como el eje eléctrico promedio. Los potenciales eléctricos generados por el musculo cardiaco son detectados por la superficie del cuerpo usando electrodos que son añadidos a los miembros y a la pared torácica, son amplificados por el electrocardiógrafo y visualizado en un papel especial en voltaje y tiempo (Oyama, et al., 2014).

#### **Indicaciones clínicas de un electrocardiograma**

El examen clínico de un paciente puede motivar la necesidad del Médico Veterinario de evaluar la actividad eléctrica del corazón, y las indicaciones clínicas de un electrocardiograma son: 1.- Animales que presentan a consulta por



procesos sincopales, episodios de debilidad o agitación en reposo, etc. Que pueden estar siendo originados por arritmias. 2.-Cuando se detecta arritmia clínica durante la auscultación cardíaca y/o registro del pulso simultaneo como bradicardias, taquicardias, ritmos irregulares y/o alteraciones clínicas relacionadas con la regularidad, ritmo fuerza de la onda del pulso. 3.- Los pacientes que se presentan con signos asociados a enfermedad cardíaca (soplos, frémito, tos, disnea, etc.) puede presentar, en algunos casos, sobrecargas camerales atriales y ventriculares). 4.-El registro electrocardiográfico colabora también en el monitoreo de la terapéutica anti arrítmica y permite evaluar si las arritmias detectadas (Meder,2010).

### **Génesis del electrocardiograma**

La célula miocárdica en estado de reposo tiene un potencial eléctrico igual a cero, véase la figura 3, las cargas positivas al exterior son iguales a las cargas negativas en el interior. A este se denomina que la célula se encuentra polarizada. Al recibir un estímulo en el exterior de la célula miocárdica, se ocasiona un aumento en la permeabilidad de los electrolitos, la misma que se propaga en toda la longitud de la fibra cardíaca. Todo el exterior de la célula miocárdica, en esta etapa de despolarización, se caracteriza por una variación en el sentido positivo del campo eléctrico, que progresivamente regresa a un valor de cero. A este proceso de despolarización le sigue una rápida repolarización celular, que se manifiesta como una variación del campo eléctrico medible desde el exterior cardíaco. De acuerdo con lo anterior, el electrocardiograma es el registro de las variaciones de potencial de superficie que ha sido generado por el corazón y transmitido a través del cuerpo a un punto determinado de la superficie de este.

Por norma en el flujo de corriente se determina que cuando la actividad eléctrica se mueve hacia el polo positivo (Ocampo, 2000).

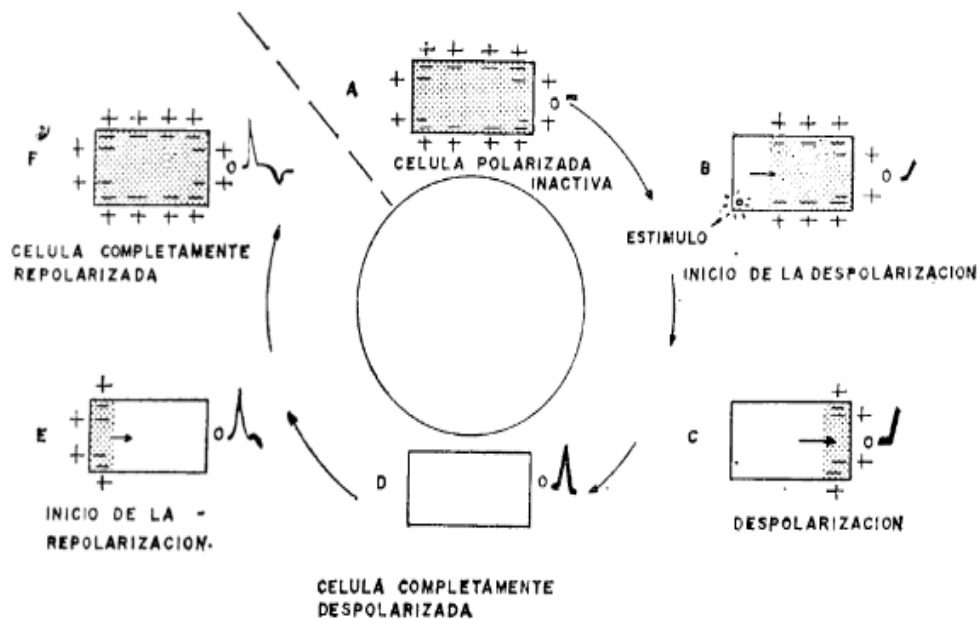


Figura 3. Correlación entre las modificaciones electroiónicas y el registro electrocardiográfico durante la actividad contráctil de la célula miocárdica (Ocampo, 2000).

### Derivadas o derivaciones electrocardiográficas

La mayoría de las derivaciones utilizadas en los animales domésticos se basan en los sistemas establecidos para la especie humana: las derivaciones bipolares y monopares de los miembros y las derivaciones precordiales. Estas se toman para medir la actividad eléctrica del corazón desde distintos ángulos, y dar mayor precisión en el diagnóstico de arritmias complejas y problemas cardiacos (Rueda, 2000). En la práctica, la exploración electrocardiográfica del corazón desde tres puntos de vista: frontal, horizontal y sagital, se realiza en el plano frontal con las derivaciones estándar y las unipolares de los miembros, sin embargo el horizontal se explora con las derivaciones precordiales. Estos electrodos deben encontrarse

equidistantes del dipolo cardiaco para que sus registros queden en la misma escala de medición. Sin embargo, convencionalmente al electrodo negativo se le denomina de referencia y al positivo de registro o explorador (Ocampo, 2000).

### Derivaciones bipolares

Las derivaciones bipolares estándares (I, II, y III) han sido utilizados desde los inicios de la electrocardiografía. Para obtenerlos los electrodos son colocados en el brazo izquierdo, brazo derecho y pierna izquierda, la pierna derecha conecta al animal a tierra. Solo se usan dos extremidades por cada derivación (Ocampo, 2000; Rueda, 2000).

Ajustando la selección de la máquina, para obtener la derivación I, hacemos que el electrodo unido al antebrazo derecho sea negativo y el electrodo unido al antebrazo izquierdo sea positivo. Así la derivación I es negativa en la derecha y positiva a la izquierda. Seleccionando la derivación II, provocamos que el electrodo fijado al antebrazo derecho sea negativo y el electrodo unido a la extremidad trasera izquierda sea positivo. La elección de la derivación III, convierte el polo positivo en la extremidad trasera izquierda y el polo negativo en el antebrazo izquierdo, note la figura 4 (Santamaría, 2010).

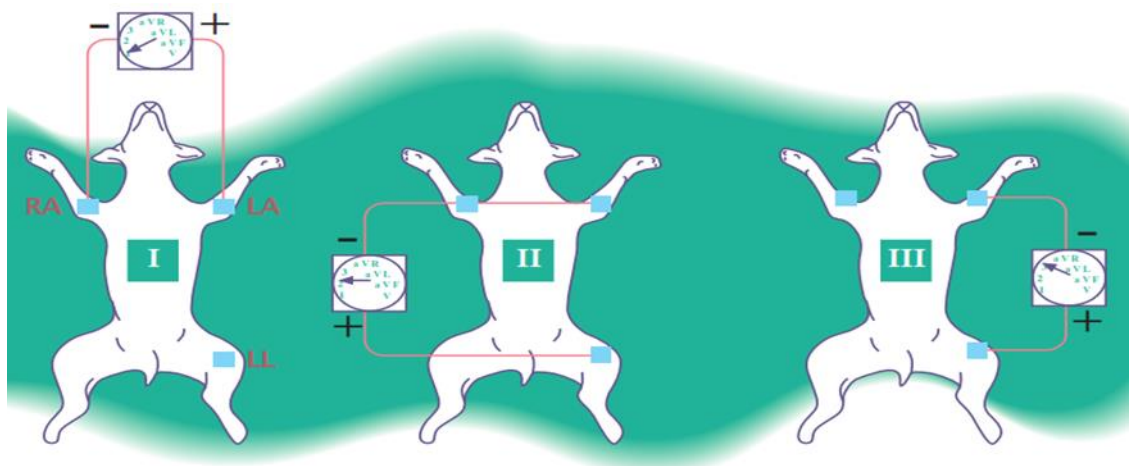


Figura 4. Muestra derivaciones bipolares: I, II y III (Santamaría,2010).

### Derivadas unipolares aumentadas.

Si pretendemos seleccionar las derivaciones unipolares aumentadas de los miembros (aVR, aVL, aVF) hemos de considerar que la maquina emplea tres electrodos, uniendo dos de ellos entre sí para crear una central con potencial cero y tomando como polo positivo cada una de las extremidades que queda libre en relación a dicha central. Al seleccionar la derivación aVR el electrodo unido al miembro anterior derecho será positivo. La elección de la derivación aVL hace que el electrodo colocado en el miembro anterior izquierdo sea positivo, véase la figura 4. Seleccionando la derivación aVF convertimos la extremidad posterior izquierda en el polo positivo (Santamaría, 2010).

Cada derivación de los miembros toma un registro desde distinto ángulo, por lo tanto. Cada derivación I, II, III, aVR, aVL y aVF es un aspecto diferente de la misma actividad cardiaca, denominado como sistema hexaxial, véase la figura 6 (Álvarez, 2016).

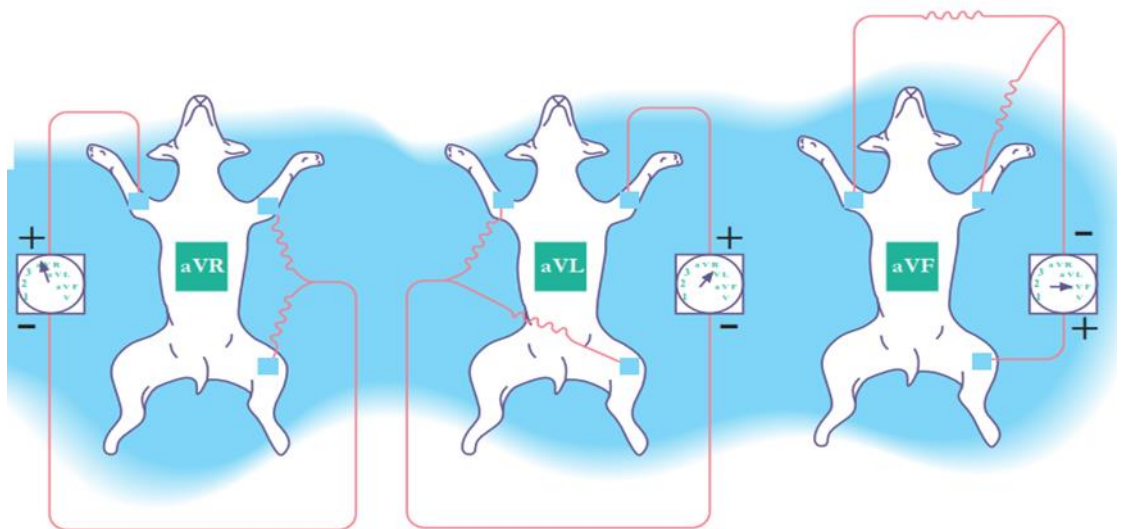
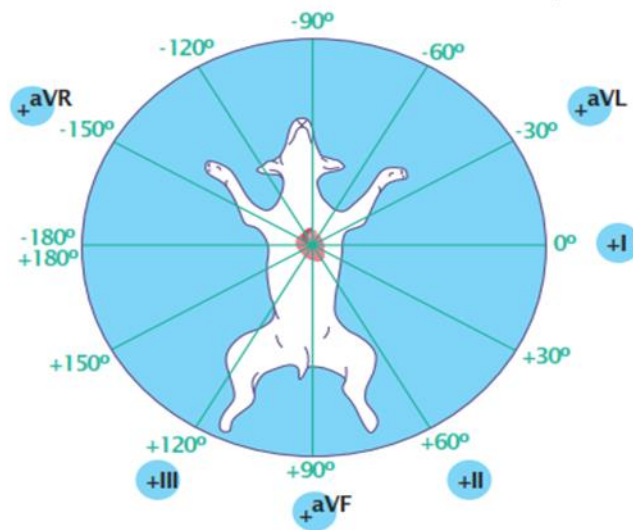


Figura 5. Muestra derivaciones unipolares aumentadas aVR, aVL, aVF

(Santamaría,2010).



*Figura 6. Sistema hexaxial de las derivaciones bipolares y unipolares aumentadas. El polo positivo de cada derivación está indicado por un círculo (Santamaría,2010).*

### **2.2.5 Electrocardiograma normal del perro**

El registro electrocardiográfico normal del perro, véase la figura 7, está formado por un conjunto de curvas, que representa las diferentes bases de la actividad cardiaca; además cada una de estas curvas, presenta tres características: duración (medida en segundos) y amplitud (altura o intensidad medida en mV), las cuales obviamente varían de acuerdo con la derivación utilizada en el registro electrocardiográfico (Baldovino, et al., 2006).

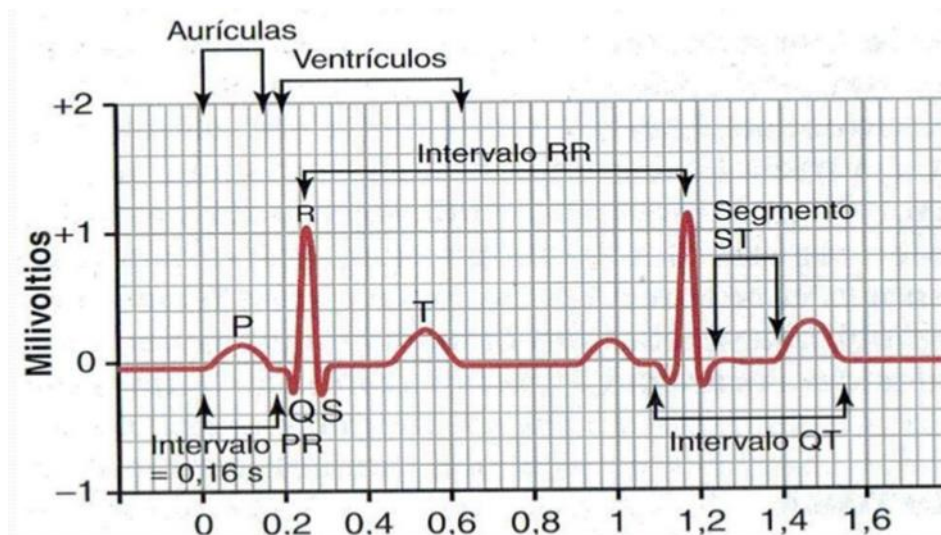


Figura 7. Representación de un registro electrocardiográfico normal en la derivación II. P-QRS-T segmentos e intervalos. (Santamaría,2010).

Así la onda P, que se inscribe con una dirección hacia arriba (positiva) tiene una amplitud relativamente pequeña. El retraso de la despolarización que ocurre en el nódulo atrioventricular (con el fin de dar tiempo a los ventrículos para llenarse) no produce una onda de despolarización detectable y por lo tanto no se inscribe ninguna deflexión en el trazado electrocardiográfico. Conocido como el **intervalo PR**. Tan pronto como la onda de despolarización ha atravesado el nodo auriculoventricular y el fascículo de His y sus ramas, la primera parte del miocardio ventricular que se despolariza es el septo interventricular que se despolariza tiene lugar de izquierda a derecha. Debido a la pequeña masa del septo, el movimiento de corriente a través del septo resulta en una deflexión hacia abajo (negativo) en la derivación II y crea un trazado en el electrocardiograma conocido como la **onda Q**. La despolarización se extiende luego a lo largo del sistema de conducción ventricular del modo descrito con anterioridad, la despolarización de ambos ventrículos ocurre casi simultáneamente, pero como el ventrículo izquierdo tiene una masa mayor a la del lado derecho el sumatorio de toda la actividad eléctrica viaja en una dirección hacia la izquierda y hacia abajo.



Este tipo de actividad inscribe una deflexión grande y hacia arriba (positiva) en la derivación II esta inscripción se conoce como la **onda R**. La despolarización ventricular continúa a través del resto de los ventrículos, moviéndose la activación eléctrica generalmente en una dirección hacia arriba desde el vértice a la base. El resultado, en la derivación II, es la deflexión hacia abajo (negativa) que define la **onda S**. Una vez que el ventrículo está completamente despolarizado hay poca actividad hasta que la repolarización o relajación ventricular comienza. Entre la despolarización y la repolarización se genera poca actividad eléctrica. Durante este tiempo se inscribe una línea plana conocida por **segmento ST**. La repolarización tiene lugar entonces desde el endocardio hacia el epicardio y como el ventrículo izquierdo tiene más masa que el derecho, la repolarización generalmente resulta en una actividad eléctrica que viaja en dirección hacia abajo y hacia la izquierda. Esta actividad produce normalmente una **onda T** (Oyama, et al., 2014; Santamaría, 2010).

## 2.2.6 Técnica de la realización del electrocardiograma

### Posición y colocación de los electrodos

En perros, la posición ideal para obtener un buen trazado electrocardiográfico es en decúbito lateral derecho siempre que el paciente este relajado y no comprometa su capacidad respiratoria (Baldovino, et al.,2006; Montoya y Ynaranja, 2012). Con el paciente en decúbito lateral derecho la persona que lo sujeta se sitúa en frente al dorso del animal pasando su brazo derecho sobre el cuello del paciente para sujetarle los antebrazos y colocando un dedo entre las dos extremidades de modo que no se toquen la una con la otra. Con la mano izquierda sujetara de forma similar las extremidades traseras, véase la figura 8. El humero y el fémur de las extremidades deben situarse formando, en la medida de lo



posible, un ángulo recto con el cuerpo y paralelos entre sí. Los electrodos se fijarán al cuerpo de forma preferible utilizando pinzas de cocodrilo, deben ser colocados por debajo de los codos en las extremidades delanteras y por debajo de las rodillas en las traseras. El color de los electrodos responde a un código internacional de la manera que sigue. Electrodo amarillo, extremidad anterior izquierda; electrodo rojo extremidad anterior derecha; electrodo verde extremidad posterior izquierda y electrodo negro en la extremidad posterior derecha (Santamaría, 2010).

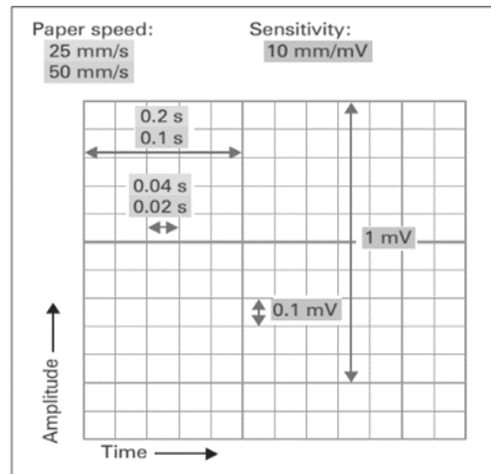


*Figura 8. posicionamiento estándar, sujeción del animal o colocación de los electrodos para la obtención del registro electrocardiográfico (Santamaría, 2010).*

### **Papel, sensibilidad y velocidad de grabación del electrocardiograma**

El papel del electrocardiograma tiene un patrón de fondo de 1 mm cuadrado y división de líneas negras cada 5 mm en ambas direcciones, horizontal y vertical (cuadradas grandes), véase la figura 9. El electrocardiograma se registra normalmente en uno de dos diferentes velocidades de papel, 15 o 50 milímetros por segundo. En el primer caso pasan por debajo de la aguja 25 cuadrados de 1

mm y 5 cuadrados de 5 mm cada segundo. Cada mm corresponde a  $1/25$  de segundo o 0,04 segundos (40 ms) y cada 5 mm corresponden a  $1/5$  de segundo o 0,2 segundos. La sensibilidad se refiere a la amplitud de la onda basada en el voltaje eléctrico. Un impulso de 1 mV se inscribirá una amplitud de onda que será de 10 mm de alto (Tilley y Burtnick, 2001; Oyama, et al., 2014).



**Figura 9.** Velocidad y sensibilidad del papel durante la toma del electrocardiograma.

### Interpretación del electrocardiograma

Un electrocardiograma completo debe incluir, las ondas, intervalos y complejos (P-QRS-T) en cada derivación bipolar y en cada derivación unipolar aumentada. Hay cinco pasos básicos en el proceso de interpretación de un electrocardiograma, determinar la frecuencia cardiaca, determinar el ritmo cardiaco, determinar el eje cardiaco, medir la amplitud y la duración de las ondas, segmentos e intervalos y aplicar una serie de criterios que definen el agrandamiento de las cámaras y las anomalías de la conducción, se registra en la tabla 01 los valores normales para el perro (Santamaría, 2010).

**Tabla 1.** Valores normales de los intervalos y amplitudes en el perro (derivación II, 50 mm/seg, 1mV=1cm).

	DURACIÓN	AMPLITUD
<b>Onda P</b>	< 0.04 seg	Máximo 0.4 mV.
<b>Intervalo PR</b>	0.06 a 0.13 seg	
<b>Complejo QRS</b>	Máximo 0.05 seg en razas pequeñas, 0.06 seg en razas grandes	La onda R máximo 3.0 mV en razas grandes, 2.5 mV en razas pequeñas
<b>Segmento ST</b>		Descenso menor 0.2 mV Elevación no mayor de 0.15 mV
<b>Onda T</b>		Puede ser positiva, negativa o bifásica 0.3 mV
<b>Intervalo QT</b>	0.15-0.25 seg.	

Fuente: (Ettinger y Feldman, 2006)

**Tabla 2.** Valores normales en perros y gatos (Kittleson y Kienle ,2000).

	Perros	Gatos
Frecuencia cardíaca	Razas gigantes: 60-140 Perros adultos: 70-160 Razas toy: 80-180 Cachorros: hasta 220	Dormidos (100) – excitados (240)
Onda P (límite alto)	Anchura: 0,04 seg Anchura: 0,04 seg	Altura: 0,4 mV Altura: 0,2 mV
Intervalo PR	0,06-0,13 seg	0,05-0,09 seg
Complejo QRS (límite alto)	Anchura: 0,06 seg Anchura: 0,04 seg	Altura: 3,0 mV Altura: 0,9 mV
Intervalo QT (dependiendo de la frecuencia cardíaca)	0,15-0,25 seg	0,07-0,20 seg
Segmento ST	No > 0,2 mV de elevación o depresión	No elevación o depresión
Onda T	Positiva, negativa o bifásica	Positiva, negativa o bifásica
Eje eléctrico medio	+40° a +100°	0° a + 160°



## **Frecuencia cardiaca**

El nódulo sinusal es el marcapaso biológico del corazón, bajo circunstancias de normalidad este nódulo hace que el corazón lata entre 80 a 120 latidos por minuto. Si el nódulo sinusal falla la próxima área de marcapaso será la unión auriculo ventricular que permite latir al corazón a una frecuencia de 40 a 60 latidos por minuto. Si ambos fallan tomará el mando los ventrículos y la frecuencia cardiaca caerá a 20 a 40 latidos por minuto (Álvarez, 2016).

### **Métodos para calcular la frecuencia cardiaca.**

Suponiendo siempre la velocidad del papel es de 50 mm/seg., Santamaría (2010), refiere que la frecuencia cardiaca se puede determinar por los siguientes métodos:

1. Contar el número de ondas R, véase la figura 10, se registra entre 2 espacios de las marcas verticales de la parte superior del papel (lo que equivale al número de ondas R o latidos en 3 segundos de recorrido de papel) y multiplicar este número por 20 obteniéndose el valor de la frecuencia cardiaca en latidos/minuto).
2. Una cuadrícula pequeña 1mm es igual a 0.02 segundos de recorrido de papel. De modo que el número de cuadrículas pequeñas que hay en un minuto se obtienen dividiendo 60 entre 0.02 (es decir 3000). Así dividiendo 3000 entre el número de cuadrículas pequeñas que contamos en un intervalo R-R hallamos la frecuencia cardiaca.
3. Una cuadrícula de las grandes (5mm) es igual a 0.02 segundos x5, es decir 0.10 segundos de recorrido de papel. De modo que el número de cuadrículas grandes que hay en un minuto se obtiene dividiendo 60 entre 0.10 (es decir

600). Así dividiendo 600 entre el número de cuadrículas grandes que contamos en un intervalo R-R nos permite obtener la frecuencia cardiaca.

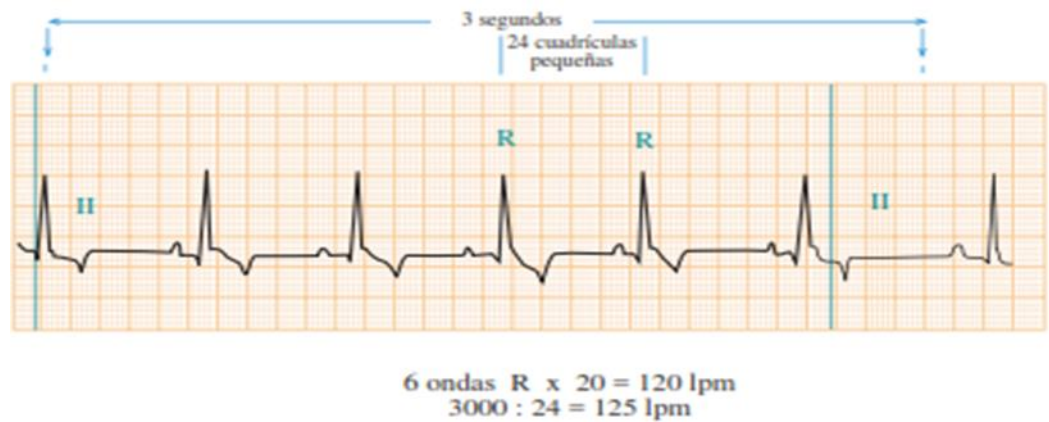
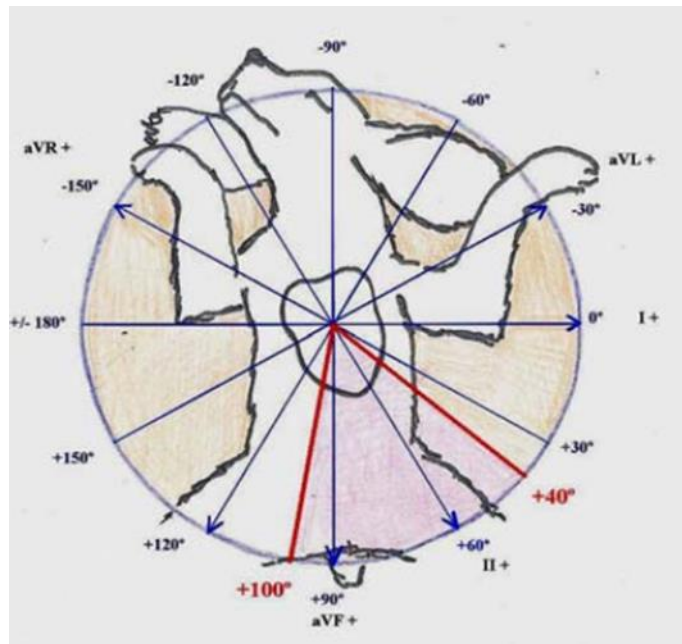


Figura 10. Calculo la frecuencia cardiaca en un electrocardiograma de perro. El número de ondas R en tres segundos multiplicada por 20 nos da el valor de la frecuencia cardiaca en latidos/minuto ( $6 \times 20 = 120$ ). Utilizando el otro método vemos como el número de cuadraditos pequeños entre dos ondas R es de 24, dividiendo entre 3000 entre 24 obtenemos un valor de 125 latidos/minuto (Santamaría, 2010).

### Determinación del eje eléctrico.

Es la representación vectorial de la media de todas las fuerzas eléctricas producidas por la despolarización ventricular. Aporta información sobre el aumento de los ventrículos y sobre los defectos de conducción intraventricular. Utilizando el sistema de referencia de 6 ejes de Bailey, véase la figura 11, que representa la situación de los vectores que genera cada derivación con los valores entre  $40^\circ$  a  $100^\circ$  que se consideran normales en el perro (Tilley y Burtnick, 2001; Montoya y Ynaranja, 1998). Si el eje es menor de  $40^\circ$  se denomina desviación del eje a la izquierda o leveoje. Si es mayor de  $100^\circ$  se denomina desviación del eje hacia la derecha o dextroeje (Álvarez, 2016).



*Figura 11. Sistema de referencia de 6 ejes de Bailey*

## **Métodos para la valoración del eje eléctrico cardiaco**

### **Método de la derivación isoeleétrica**

Buscar la derivación más isoeleétrica y encontrar su perpendicular en el diagrama de Bailey. El sentido del vector lo dará el signo de esta derivación en el electrocardiograma. Isoeléctrico consiste en localizar aquella derivación en la que la suma algebraica de las deflexiones del complejo QRS sea igual a cero (la positiva R, con signo positivo y las negativas Q y S con signo negativo), véase la figura 12. El eje eléctrico cardiaco debe ser perpendicular a dicha derivación, por lo que debemos observar el valor que adquiere la suma algebraica de la deflexión del complejo QRS en la derivación perpendicular a la isoeleétrica la cual según sea positiva o negativa nos dará la estimulación de los grados del eje cardiaco (Tilley y Burtnick, 2001).



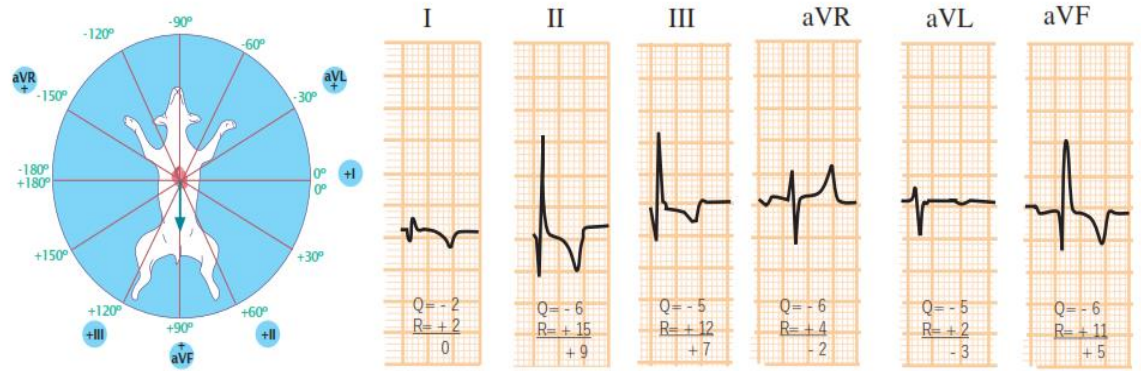


Figura 12. La derivación I es isoeléctrica (suma=0). La derivación perpendicular a la derivación I es aVF, como la derivación aVF es positiva (suma=+5), el eje calculado tiene un valor de  $+90^\circ$  (eje normal) (Tilley y Burtnick, 2001).

### Estimación del eje por la mayor deflexión

Permite estimar el eje cardiaco con un error de aproximadamente 30 grados simplemente observando las derivaciones I, II, y III. El procedimiento consiste en escoger la derivación con la mayor suma neta de las deflexiones del complejo QRS, véase la figura 13. El eje cardiaco será relativamente paralelo al eje de la derivación (Santamaría, 2010).

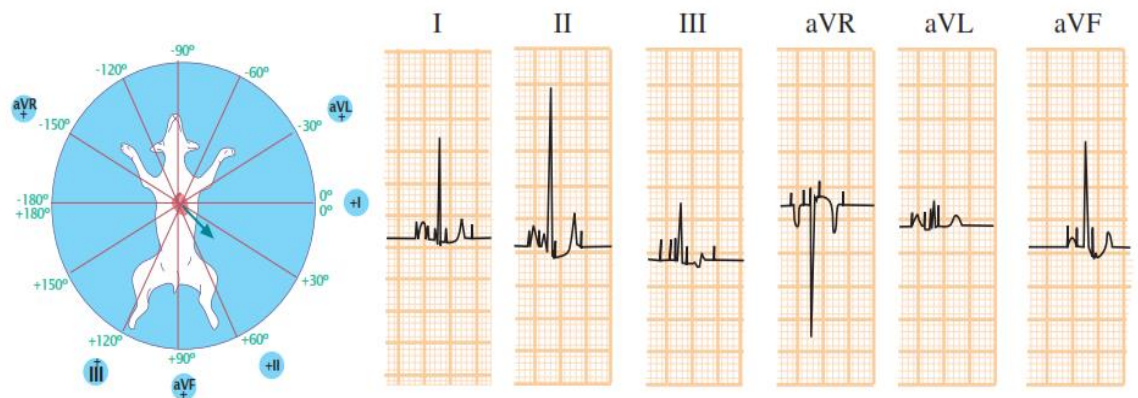


Figura 13. Estimación del eje por la mayor deflexión. La derivación II es la que tiene un complejo QRS de mayor amplitud. El eje debe ser relativamente paralelo a la derivación II, como la derivación II es positiva, el eje tiene que ser aproximadamente a  $+60^\circ$  (Santamaría, 2010).

### Representación de dos derivaciones

Consiste en seleccionar dos derivaciones (derivación I y III) y obtener la suma neta de las deflexiones positivas y negativas de un complejo QRS de cada una de las dos derivaciones, véase la figura 14. Los valores obtenidos debemos superponerlos en los ejes de las derivaciones correspondientes. Describiremos una línea perpendicular a cada derivación desde el punto que nos ha marcado el valor que hemos superpuesto. Una línea dibujada desde el centro del sistema triaxial o hexaxial hasta el punto de corte de las dos perpendiculares nos definirá la dirección y el sentido del eje cardiaco (Wayne, 2005).

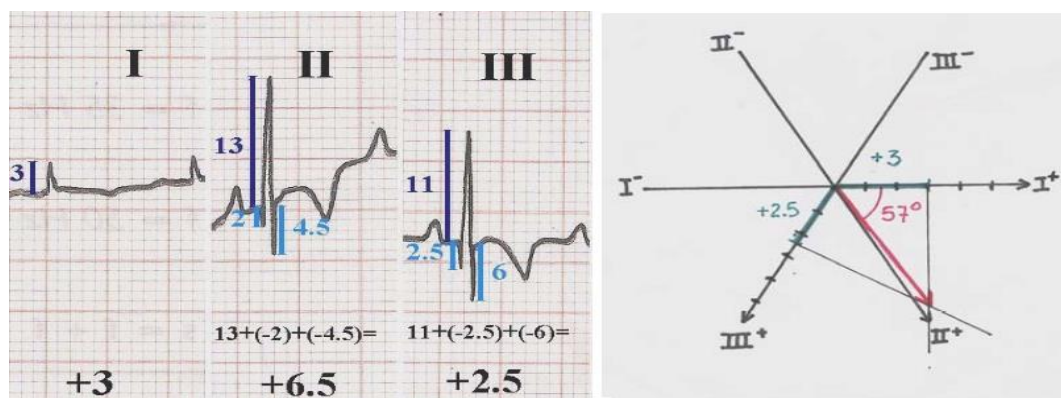


Figura 14. El eje cardiaco calculado mediante el método de representación de dos derivaciones (Wayne, 2005).



El método más preciso para la estimación del eje eléctrico y suele ser usado de forma rutinaria por lo que disponemos de tablas de Tilley, en las que introduciendo los valores descritos para las derivaciones I y III obtendremos rápidamente el eje cardiaco, por ejemplo, para la derivación I=+3 y derivación III=+2.5, la resultante sería 57 grados, como se observa en la tabla 2 (Santamaría, 2010).

**Tabla 3.** Tablas matemáticas diseñadas por Tilley, para calcular el eje cardiaco en perros.

		DERIVACIÓN I POSITIVA								
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
DERIVACIÓN III POSITIVA	0.0		30	30	30	30	30	30	30	30
	0.5	90	60	49	44	41	39	38	37	36
	1.0	90	71	60	53	49	46	44	42	41
	1.5	90	76	67	60	55	52	49	47	45
	2.0	90	79	71	65	60	56	53	51	49
	2.5	90	81	74	68	64	60	57	54	52
	3.0	90	82	76	71	67	63	60	57	55
	3.5	90	83	78	73	69	66	63	60	58
	4.0	90	84	79	75	71	68	65	62	60

Fuente:(Santamaría, 2010)

### Medidas de los intervalos y amplitudes.

Las mediciones de los intervalos y amplitudes suelen realizarse generalmente en la derivación II. Si disponemos de un compás de calibración se facilita mucho la medición. Debemos tener en cuenta que la velocidad de papel de 50 mm/seg. Cada cuadrícula pequeña (1mm) en el sentido horizontal equivalente a 0.02 segundos, por lo que una cuadrícula grande de (5mm) supone 0.1 segundos. En cuanto a la amplitud con una sensibilidad estándar de 1cm=1mV y cada cuadrícula grande representara 0.5 mv (Fuentes, et al., 2008).



Las mediciones de los intervalos, amplitudes de los parámetros electrocardiográficos son los siguientes:

- INTERVALO P. Constituye la primera deflexión observable en el electrocardiograma, hacia arriba (positiva) desde la línea basal y finaliza cuando esta retorna a la misma línea isoelectrica, y su amplitud va desde el borde superior de la línea basal hasta el pico de la misma onda (Oyama, et al., 2014; Santamaría, 2010).
- INTERVALO PR. Se mide desde el comienzo de la onda P hasta la primera deflexión del complejo QRS. Este intervalo debería ser aproximadamente el mismo de complejo en complejo, cuando varía de latido en latido podrá ser consecuencia de algún tipo de arritmia o alteración de conducción (Mucha, 2007).
- LA ANCHURA DEL COMPLEJO QRS. Se mide desde el comienzo de la primera deflexión hasta el fin de la última. La amplitud de la onda R (onda positiva del complejo QRS) va desde al borde superior de la línea basal hasta el pico de la deflexión. De forma similar las amplitudes de las ondas Q y S alcanzan desde el borde inferior de la línea basal hasta el pico de las mismas (la onda Q es la onda del complejo QRS negativa previa a una onda R y la onda S es la onda negativa del complejo QRS posterior a una onda R) (Kittleson y Kienle, 2000).
- EL SEGMENTO ST. Se mide desde el final de la onda S hasta el primer movimiento positivo o negativo de la onda T. Aunque la duración de este segmento no suele tener generalmente una significación clínica, es importante destacar que en el curso de alguna alteración cardiaca (hipoxia miocárdica,



infarto miocárdico, hiperkalemia) puede situarse por encima o por debajo del nivel de la línea basal isoelectrico (Oyama, et al., 2014; Santamaría, 2010).

- INTERVALO QT. Se mide desde el comienzo del complejo QRS hasta el retorno final de la onda T a la línea basal. Este intervalo esta inversamente relacionado con la frecuencia cardiaca de forma similar a lo que ocurre con el intervalo PR, a mayor frecuencia menos distancia del intervalo QT (Montoya y Ynaranja, 2012).



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE ESTUDIOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del altiplano, que se encuentra ubicado en el Distrito de Puno, provincia de Puno, ubicado a 15°53'01'' Latitud Sur y a 70°00'03'' Longitud Oeste, a 3827m de altitud. Con una temperatura promedio anual de 7.2°C (máxima de 17.4°C en abril y mínima de -10°C en junio), la humedad relativa promedio anual es de 59.58% y una precipitación pluvial promedio anual 657.9 m.m (SENHAMI, 2016).

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

##### 3.2.1. POBLACIÓN.

Para el estudio correspondiente se utilizó 72 perros aparentemente sanos, mismos que ingresaron a consulta por revisión periódica de salud, durante el año 2018; se tomó en cuenta los criterios de inclusión y exclusión planteados para los pacientes seleccionados.

Los perros fueron agrupados por tamaños, medición que se realizó con una cinta métrica desde el suelo a la altura de la cruz, para posterior designarlos según la AKG (American Kennel Club) en Perros Pequeños, considerados aquellos que tuvieron tamaño menor de 41 cm y/o <10 kg de peso vivo; Perros Medianos, aquellos que tuvieron un tamaño entre 42 a 57 cm y/o 10-20 kg de peso vivo y Perros grandes, considerados aquellos con un tamaño mayor de 58 cm y/o >20 kg

de peso vivo. Con edades comprendidas entre 6 meses-6 años, y se formó dos grupos de edades: perros jóvenes aquellos con edades de 6 meses a 18 meses y perros adultos con edades comprendidas entre 19 meses a 6 años. Como se detalla en la siguiente tabla 4.

*Tabla 4. Distribución de perros para el registro de electrocardiograma*

<b>TAMAÑO/EDAD</b>	<b>PEQUEÑO</b>	<b>MEDIANO</b>	<b>GRANDE</b>	<b>TOTAL</b>
<b>JOVENES</b>	12	12	12	36
<b>ADULTOS</b>	12	12	12	36
<b>TOTAL</b>	24	24	24	72

*Fuente: Elaboración propia.*

**Los criterios de inclusión fueron:**

- Perros que a la anamnesis y examen físicos fueron declarados como aparentemente sanos.
- Perros de ambos sexos.
- Perros mayores de 6 meses hasta los 6 años de edad.
- Perros de cualquier peso y tamaño.
- Perros que asistieron a la clínica veterinaria de la UNA-PUNO.

**Los criterios de exclusión fueron:**

- Todo paciente que no fue canino.



- Perros con diagnóstico de enfermedad cardiaca.
  
- Perros con diagnóstico de enfermedad respiratoria y renal
  
- Perros que al examen físico o anamnesis haya sugerido enfermedad, intolerancia al ejercicio o episodios de debilidad y a la auscultación presento alteración en los sonidos cardiacos.
  
- Hembras gestantes o en celo.
  
- Perros que estaban recibiendo alguna medicación
  
- Perros agresivos y de difícil manejo para evitar el uso de drogas tranquilizantes.

### **3.2.2 MATERIALES**

El Material clínico que se utilizo fue:

- Alcohol.
- Gel.
- Algodón.
- Jabón Carbólico.
- Guantes de exploración.

El Equipo utilizado para realizar el examen físico fue:

- Camilla Para Exploración Física.
- Estetoscopio.
- Linterna.
- Termómetro Clínico.



- Ficha de recolección de datos.

Los Instrumentos utilizados fueron:

- Balanza de plataforma.
- Cinta métrica.
- Electrocardiógrafo DONGJIANG modelo ECG-11°

### **3.2.3 METODOLOGIA**

#### **Examen físico**

Se les practicó un examen físico clínico, determinando alteraciones a la propedéutica tanto a la inspección, a la palpación, percusión y auscultación observando mucosas, tiempo de llenado de capilar, temperatura corporal, frecuencia cardíaca y respiratoria, y auscultación cardíaca para asegurar la ausencia de soplos o algún tipo de alteración física. Estos pacientes llegaron al Hospital Veterinario para chequeo de rutina, aplicación de vacunas o realizar riesgo quirúrgico para cirugía de castración u ovario histerectomía.

#### **Obtención del electrocardiograma.**

- Para ello se contó con el electrocardiógrafo portátil DONGJIANG modelo ECG-11°, con formato monocanal, el registro electrocardiográfico se realizó en posición de cuadripedestación con las extremidades anteriores paralelas entre si y perpendiculares al dorso.
- Se colocó los electrodos en los pliegues del antebrazo (2 cm sobre la región del olecranon) y miembros posteriores (4 cm sobre la inserción proximal del ligamento patelar). Se colocaron los electrodos según el código de colores de la International Electrotechnical Commission (IEC), como se



detalla: el electrodo rojo en la extremidad anterior derecha, el electrodo amarillo en la extremidad anterior izquierda, el electrodo negro en la extremidad posterior derecha y el electrodo verde en la extremidad posterior izquierda, se humedecieron con alcohol, además los electrodos fueron ungidos con gel transductor, el cual favoreció la propagación de la actividad eléctrica hacia el electrocardiógrafo; se realizaron los registros y posterior análisis.

- Se calibró el equipo ( $1\text{cm}=1\text{mV}$ ) y la velocidad del papel ( $50\text{ mm/seg}$ ), se realizó la interpretación general y las mediciones específicas de cada onda, sobre las derivaciones unipolares (aVR, aVL y aVF) y bipolares (I, II y III) del plano frontal, principalmente la derivación II; recopilando la información, la cual, posteriormente fue procesada.

### **Medición de la frecuencia cardiaca**

- Para la medición se tuvo las siguientes consideraciones, velocidad del papel  $50\text{ mm/seg}$ , amplitud  $1\text{mV}$  por lo tanto una cuadrícula pequeña ( $1\text{mm}$ ) del papel fue igual a  $0,02$  segundos por lo tanto el número de cuadrículas pequeñas que habrá en un minuto se obtendrá de la división de  $60$  segundos entre  $0,02$  obteniendo el valor de  $3000$  cuadrícula pequeña/min. (Santamaría, 2010).
- El valor obtenido de  $3000$  fue dividido por la numero de cuadrículas presentes de un intervalo R-R (medición que se realiza desde el vértice de una onda R hasta el vértice de la onda R siguiente), para obtener el valor de la frecuencia cardiaca en lat/min.





### **Medición del eje cardiaco**

- Para la medición se contó el número de cuadrículas pequeños verticales de las deflexiones positivas y negativas de un complejo QRS en las derivaciones I y III, se obtuvo la suma neta de los valores, luego estos valores se introducción en las tablas matemáticas diseñadas por Tilley, véase tabla 2.

### **Medición de la duración y amplitud de las ondas, segmentos e intervalos**

- Se realizaron en la derivación II, con las siguientes consideraciones, una cuadrícula sobre el eje horizontal (1mm) del papel equivale 0,02 segundos, y una cuadrícula sobre el eje vertical (1mm) del papel equivale a 0,1 mV mide la duración y amplitud de los valores electrocardiográficos, respectivamente.
- La duración de la onda P se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje horizontal, desde el comienzo de la primera deflexión y el retorno a la misma línea isoeletrica y se le multiplico por 0,02 segundos y la amplitud se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje vertical, desde el borde superior de la línea isoeletrica hasta el pico de la misma onda y se le multiplico por 0,1 mV.
- La duración del intervalo PR se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje horizontal, desde el comienzo de la onda P hasta la primera deflexión del complejo QRS y multiplicarlo por 0,02 segundos.
- La duración del complejo QRS se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje horizontal, desde el comienzo de la primera deflexión hasta el fin de la última deflexión y se multiplico por 0,02 segundos.
- La amplitud de la onda R (onda positiva del complejo QRS) se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje vertical, desde al borde superior de la línea isoeletrica hasta el pico de la deflexión y se multiplico por 0,1 mV.



- La amplitud de la onda T se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje vertical, desde el comienzo de la deflexión después del segmento ST hasta el retorno de línea isoeletrica y se multiplico por 0,1 mV.
- El intervalo QT se obtuvo de contar cuadrículas sobre el eje horizontal, desde el comienzo del complejo QRS hasta el retorno final de la onda T a la línea basal y se multiplico por 0,02 segundos.
- Estos valores fueron recolectados en el formato de recolección de datos de parámetros electrocardiográficos, véase el anexo 1.

### 3.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El estudio de determinación de parámetros electrocardiográficos en perros de altura fue conducido mediante bajo un diseño completo al azar, bajo un arreglo factorial de 3 x 2 (tamaño x edad), siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- I = 03 (tallas)
- J = 02 (edades)
- $\mu$  = promedio general
- $A_i$  = efecto del tamaño del animal
- $B_j$  = efecto de la edad del animal
- $AB_{ij}$  = efecto interacción tamaño/edad
- $E_{ijk}$  = error experimental



Para el análisis de los parámetros electrocardiográficos se recurrió a las medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión desviación estándar y coeficiente de variabilidad. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de significancia Tukey a un nivel de significancia  $\alpha \leq 0.05$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DE LA FRECUENCIA CARDIACA

*Tabla 5. Frecuencia cardiaca de perros de Puno según tamaño y edad, lat/min.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	118,25 $\pm$ 17,89 <sup>a</sup>	15,05	79,0	150,0
	Mediano	120,58 $\pm$ 12,24 <sup>a</sup>	10,15	100,0	143,0
	Grande	108,54 $\pm$ 15,12 <sup>b</sup>	13,93	80,0	136,0
Edad	Jóvenes	119,36 $\pm$ 14,93 <sup>a</sup>	12,50	90,0	150,0
	Adultos	112,22 $\pm$ 16,31 <sup>b</sup>	14,53	79,0	143,0
<b>Total</b>		115,79 $\pm$ 15,93	13,75	79,0	150,0

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 5, el promedio general de la frecuencia cardiaca de perros de Puno fue  $115,79 \pm 15,93$  lat/min, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $118,25 \pm 17,89$ ;  $120,58 \pm 12,24$  y  $108,54 \pm 15,12$  lat/min, para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente estos valores sometidos al análisis estadístico muestran diferencia significativa ( $\leq 0,05$ ); para el factor edad los promedios hallados fueron  $119,36 \pm 14,93$  y  $112,22 \pm 16,31$  lat/min, para las edades jóvenes y adultos, respectivamente al análisis estadístico muestra una diferencia significativa ( $\leq 0,05$ ).



El valor promedio del estudio se encuentre dentro de los valores reportados por Tilley y Goodwin, (2001); Kittleson y Kienle, (2000), indican que los parámetros normales se encuentran entre 70 a 180 lat/min. Estos resultados comparados con Sánchez y Venegas (2008), reporta  $113,48 \pm 27,28$  lat/min, son inferiores y con Romero (2018), obtuvo promedio de  $122,0 \pm 7,38$  lat/min, son superiores a lo obtenido en el presente estudio, ambas investigaciones realizados entre 2500 a 2600 m de altitud. Sin embargo, comparados con los hallazgos realizados por Fernández, et al. (2013), de  $142 \pm 37,9$  lat/min, son ampliamente superiores al promedio en mención, estudio realizado en la a 46 m de altitud.

Los resultados para el factor tamaño, perros de tamaño mediano y pequeño presentaron valores promedios mayor que en perros de tamaño grande. Pochón, et al. (2004); reporta que en perros de tamaño pequeño ( $139,6 \pm 27,2$  lat/min) y mediano ( $128,2 \pm 16,8$  lat/min) presento valores mayores con relación en perros de tamaño grande ( $126,9 \pm 21,9$  lat/min), estos valores son superiores a los obtenidos en este estudio. También Romero (2018) reporta un promedio mayor en perros de tamaño mediano ( $122,0 \pm 7,38$  lat/min) y promedio menor en perros de tamaño grande ( $121,4 \pm 6,45$  lat/min), estudio realizado a 2560 m de altitud, estos valores son ligeramente superiores al promedio conseguido en la presente investigación. Sin embargo, Sánchez y Venegas (2008) a 2600 m de altitud, reporto un promedio mayor en perros con más de 15 kg ( $118,84 \pm 23,28$  lat/min) y promedio menor en perros menores de 15 kg.

Para el factor edad el promedio hallado fue mayor en perros jóvenes y menor en perros adultos. Pochón, et al. (2004), reporto valor promedio de  $128,2 \pm 16,8$  lat/min en perros de 2 a 10 años de edad, y Romero (2018), reporta promedio de  $120,0 \pm 7,45$  lat/min en perros de 2 a 3 años de edad y  $122,6 \pm 7,00$  lat/min en perros

de 4 a 5 años, siendo estos superiores a los encontrados en perros adultos de esta investigación. Estas diferencias probablemente se deban a situaciones fisiológicas adaptativas frente a condiciones geográficas como la altitud ocasionados por la baja presión parcial de oxígeno; y al mismo estado de los animales al momento de los exámenes, ya que se producen condiciones de estrés.

#### 4.2. DEL EJE CARDIACO

*Tabla 6. Eje cardiaco de perros de Puno según tamaño y edad, grados.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	55,29 $\pm$ 16,37 <sup>a</sup>	29,60	24,0	80,0
	Mediano	61,41 $\pm$ 13,99 <sup>a</sup>	22,78	38,0	90,0
	Grande	60,79 $\pm$ 16,81 <sup>a</sup>	27,65	36,0	95,0
Edad	Jóvenes	61,80 $\pm$ 15,78 <sup>a</sup>	25,48	36,0	95,0
	Adultos	56,52 $\pm$ 15,58 <sup>a</sup>	27,56	24,0	90,0
<b>Total</b>		59,16 $\pm$ 15,79	26,69	24,0	95,0

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 6, el promedio general del eje cardiaco de perros de Puno fue  $59,16 \pm 15,79^\circ$ , para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $55,29 \pm 16,37^\circ$ ;  $61,41 \pm 13,99^\circ$  y  $60,79 \pm 16,81^\circ$ , para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente estos valores sometidos al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $\geq 0,05$ ); para el factor edad los promedios hallados fueron  $61,80 \pm 15,78^\circ$  y  $56,52 \pm 15,58^\circ$ , para las edades jóvenes y adultos, respectivamente al análisis estadístico no muestra una diferencia significativa ( $\geq 0,05$ ).



El valor promedio del eje cardiaco, se encontró dentro de los valores promedio reportados por Kittleson y Kienle (2000); Montoya e Ynaranja (1998), donde el valor más bajo reportado por ellos es de  $40^\circ$  y el más alto es de  $100^\circ$ , si el eje es menor de  $40^\circ$  se denomina desviación del eje a la izquierda y a la derecha si es mayor a  $100^\circ$ . Esto podría indicar que la posición del corazón en el tórax de perros en la ciudad de Puno no presenta modificaciones en los ventrículos, por lo tanto, se podría aseverar que la despolarización ventricular es paralelo a la derivación II y perpendicular a la derivación aVL (Tilley y Burtnick 2001); sin embargo, en la presente investigación el 12,5% de los perros presentaron desviación del eje a la izquierda. Esta desviación hacia el lado izquierdo se presentó en el 90% de los promedios hallados por Sánchez y Venegas (2008), menciona valores de  $29,92^\circ$  y  $44,75^\circ$ , en perros de tamaño pequeño y grande, respectivamente en la ciudad de Bogotá a 2600 m de altitud. Un corazón con conducción normal, los tamaños relativos de los ventrículos determinan cuál de ellos predomina. El ventrículo izquierdo es mucho mayor que el derecho, en consecuencia, una despolarización que se propaga hacia la izquierda y en dirección caudal, es indicativo de aumento de la masa del ventrículo izquierdo (Kittleson y Kienle, 2000).

Estos resultados coinciden con los de Pochón, et al. (2004), en su estudio en perros con edades de 2 a 10 años, obtuvo valores de  $60$  a  $90^\circ$ ,  $50$  a  $90^\circ$  y  $40$  a  $80^\circ$  para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente. Pero estos resultados no concuerdan con lo encontrado por Romero (2018), de  $71,8 \pm 3,84^\circ$  y  $70,4 \pm 3,84^\circ$  en perros de tamaño mediano y grande. y por Merizalde (2011), de  $68,89^\circ$ ,  $70,14^\circ$  y  $64,32^\circ$  en perros con tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente, estos resultados son superiores a los obtenidos en este estudio.

Para el factor edad el promedio del eje cardiaco obtuvo valores homogéneos en perros jóvenes y adultos. Romero (2018), reporta promedio de  $71,8 \pm 3,84^\circ$  en perros de 2 a 3 años de edad y  $70,4 \pm 3,84^\circ$  en perros de 4 a 5 años, siendo estos superiores a los encontrados en perros adultos de esta investigación

### 4.3. DE DURACION Y AMPLITUD DE ONDAS E INTERVALOS

#### 4.3.1. De duración de la onda P.

*Tabla 7. Duración de la onda P de perros de Puno según tamaño y edad, seg.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	$0,03 \pm 0,00^a$	27.06	0,02	0,06
	Mediano	$0,03 \pm 0,00^a$	27.06	0,02	0,06
	Grande	$0,03 \pm 0,01^a$	33.33	0,02	0,06
Edad	Jóvenes	$0,03 \pm 0,00^a$	25.00	0,02	0,06
	Adultos	$0,03 \pm 0,00^a$	26.74	0,02	0,06
<b>Total</b>		$0,03 \pm 0,00$	27.06	0,02	0,06

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 7, el promedio general de la duración de la onda P de perros de Puno fue  $0,03 \pm 0,00$  seg, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $0,03 \pm 0,00$  ;  $0,03 \pm 0,00$  y  $0,03 \pm 0,01$  seg para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente estos valores sometidos al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $\geq 0.05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,03 \pm 0,00$  y  $0,03 \pm 0,00$  seg, para las edades jóvenes y adultos,





respectivamente al análisis estadístico no muestra una diferencia significativa ( $\geq 0.05$ ).

En los perros muestreados, residentes en la ciudad de Puno, la duración de la onda P, que equivale a la actividad atrial derecha e izquierda, se encuentra por debajo de los valores reportados en la literatura reportado por Ettinger y Feldman (2006); Kittleson y Kienle (2000); Montoya y Ynaraja (1992); Tilley y Goodwin, (2001), quienes indican que la duración onda P no debe superar 0,04 seg. Sánchez y Venegas (2008), reporto promedio de  $0,03 \pm 0,00$  seg y Fernández, et al. (2013), obtuvo valores promedio de  $0,03 \pm 0,01$  seg, siendo similares con el valor promedio de esta investigación. Sin embargo, reportaron Carrillo, et al. (2011) y Merizalde (2011), valores de 0,04 seg, estos son superiores a los encontrados en la presente investigación.

Los resultados muestran valores homogéneos para perros de tamaño pequeño, mediano y grande. Sánchez y Venegas (2008), a 2600 m de altitud en perros de  $< 15$  kg y  $>15$  kg reporto promedios de  $0,03 \pm 0,00$  y  $0,03 \pm 0,00$  seg, valores comparados con el presente estudio son similares. Y lo reportado por Merizalde (2011), también fueron similares en perros de tamaño mediano (0,03 seg) a los obtenidos en esta investigación, y los valores obtenidos en perros de tamaño pequeño y grande (0,04 seg) fueron superiores a los encontrado en la presente investigación.

Romero (2018), en perros de tamaño mediano y adulto obtuvo valores promedios de  $0,02 \pm 0,00$  seg para ambos tamaños, estos comparados con la presente investigación son inferiores. Pochón, et al. (2004), reporta valores promedios en perros de tamaño pequeño ( $0,02 \pm 0,00$  seg), siendo este valor

inferior a los conseguido en esta investigación y en perros de tamaño mediano y grande encontró promedio de 0,10 seg. También Ortega, et al. (2006), en perros de tamaño mediano y grande obtuvo los mismos valores (0,10 seg), siendo estos valores ampliamente superiores a los encontrado en esta investigación. La duración que podría representar la despolarización auricular en perros en la ciudad de Puno, la misma que se inicia en el nodo sinoauricular y se propaga por las fibras auriculares hasta la despolarización de la fibra muscular de las aurículas se encuentra entre 0,02 seg como valor mínimo y 0,06 seg como valor máximo.

En estudios similares realizados por Romero (2018), obtuvo promedio de  $0,02 \pm 0,00$  seg en perros de 2 a 3 años y  $0,02 \pm 0,00$  seg en perros de 4 a 5 años, siendo estos inferiores a los obtenidos en perros adultos. Por otro parte Merizalde (2011), menciona que el valor es de 0,04 seg en perros de 2 a 6 años de edad, estos valores fueron superiores a los obtenidos en la presente investigación.

#### 4.3.2. De la amplitud de onda P.

*Tabla 8. Amplitud de la onda P de perros de Puno según tamaño y edad, mV.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	$0,23 \pm 0,06^a$	26,08	0,16	0,40
	Mediano	$0,24 \pm 0,04^a$	16,66	0,19	0,40
	Grande	$0,24 \pm 0,03^a$	12,50	0,19	0,30
Edad	Jóvenes	$0,23 \pm 0,04^a$	17,39	0,16	0,40
	Adultos	$0,24 \pm 0,05^a$	21,73	0,18	0,40
<b>Total</b>		$0,23 \pm 0,05$	21,73	0,16	0,40



*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 8, el promedio general de la amplitud de la onda P de perros de Puno fue de  $0,23 \pm 0,05$  mV, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $0,23 \pm 0,06$  ;  $0,24 \pm 0,04$  y  $0,24 \pm 0,03$  mV para perros con tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente estos valores sometidos al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $\geq 0,05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,23 \pm 0,04$  y  $0,24 \pm 0,05$  mV, para las edades jóvenes y adultos, respectivamente al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

Siendo estos valores en perros en la ciudad de Puno se encuentra por debajo de los reportados en la literatura por Ettinger y Feldman (2006); Tilley y Goodwin (2001); Kittleson y Kienle (2000), quienes indican que la altura de la onda P no debe superar 0,4 mV. Fernández, et al. (2013), obtuvo un promedio de  $0,2 \pm 0,1$  mV y por otra parte Merizalde (2011), también obtuvo valores de 0,20 mV, comparados con la presente investigación son similares.

Para el factor tamaño, guarda relación con los valores promedios obtenidos por Sánchez y Venegas (2008), quienes reportan valores de 0,20 mV en perros con menos de 15 Kg de peso vivo y 0,22 mV en perros con más de 15 kg de peso vivo. Y los reportados por Romero (2018), quien indica que en perros de tamaño pequeño, mediano y grande presentan valores homogéneos de  $0,2 \pm 0,02$ ;  $0,2 \pm 0,01$ ;  $0,2 \pm 0,02$  mV, respectivamente estudios realizados a 2560 y 2600 m de altitud. Por otro lado, Pochón, et al. (2004), presenta valores inferiores de  $0,15 \pm 0,052$  y  $0,13 \pm 0,065$  mV, para perros de tamaño mediano y grande, respectivamente en relación a lo encontrado en la presente investigación. Sin embargo, en el estudio

reportado por Ortega, et al. (2006), en perros sin anomalías cardíacas examinadas en la ciudad de Bogotá a 2650 m de altitud obtuvo promedios obtuvo valores significativamente superiores a los encontrado en la presente investigación de 0.75; 0.64 y 0.64 mV en perros de tamaño grande, mediano y pequeño, respectivamente.

Para el factor edad, Carrillo, et al. (2011), quien obtuvo 0,21 mV en perros con edades de 2 a 10 años. Merizalde (2011), en perros sanos entre 2 y 6 años de edad obtuvo un valor promedio de 0,20 mV, y Romero (2018), reporta valores de  $0,1 \pm 0,02$  mV y  $0,2 \pm 0,02$  mV en perros de 2 a 3 años y de 4 a 5 años de edad, son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

#### 4.3.3. De la duración del intervalo PR.

*Tabla 09. Duración del intervalo PR de perros de Puno según tamaño y edad, seg.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	$0,09 \pm 0,01^a$	11,11	0,09	0,14
	Mediano	$0,11 \pm 0,01^b$	09,09	0,09	0,14
	Grande	$0,10 \pm 0,01^a$	10,00	0,08	0,14
Edad	Jóvenes	$0,10 \pm 0,01^a$	10,00	0,16	0,40
	Adultos	$0,10 \pm 0,01^a$	10,00	0,18	0,40
<b>Total</b>		$0,10 \pm 0,01$	10,00	0,08	0,14

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 09, el promedio general de la duración del intervalo PR de perros de Puno fue de  $0,10 \pm 0,01$  segundos, para el factor tamaño los promedios son



$0,09 \pm 0,01$ ;  $0,11 \pm 0,01$  y  $0,10 \pm 0,01$  seg, para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, estos valores sometidos al análisis estadístico muestran diferencia significativa ( $\leq 0,05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,10 \pm 0,01$  y  $0,10 \pm 0,01$  seg, para las edades jóvenes y adultos respectivamente, al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

El tiempo promedio de retraso del estímulo eléctrico antes de pasar al circuito eléctrico ventricular, se encontró dentro del rango referenciado por la literatura, Ettinger y Feldman (2006); Montoya y Ynaraja (1992); Tilley y Goodwin (2001), refieren presentar valor entre 0,06 a 0,13 seg. Fernández, et al. (2013), reporta un promedio de  $0,1 \pm 0,03$  seg a nivel del mar, también Romero (2018) y Ortega, et al. (2006), reportan valores de  $0,1 \pm 0,01$  seg, estudio realizado a 2560 a 2650 m de altitud, comparado con el presente estudio estos valores son similares.

Ortega, et al. (2006), en perros sin anomalías cardíacas examinadas en la ciudad de Bogotá a 2650 m de altitud obtuvo un promedio de 0,10 seg en perros de tamaño mediano y grande estos son mayores a lo encontrado en perros de tamaño pequeño (0,09 seg). También Romero (2018), reporta valores similares en perros de tamaño ( $0,1 \pm 0,01$  seg) y en perros de tamaño grande ( $0,1 \pm 0,01$  seg), estos resultados son similares al presente estudio.

Sin embargo, estudios realizados a 2560 m de altitud por Merizalde (2011), reporta valores en perros de tamaño grande (0,08 seg) siendo estos mayores con respecto a los perros de tamaño pequeño (0,07 seg). Del mismo modo Pochón, et al. (2004), obtuvo en perros de tamaño mediano ( $0,09 \pm 0,01$  seg) presentando mayores valores respecto en perros de tamaño grande ( $0,09 \pm 0,01$  seg) y en perros de tamaño pequeño ( $0,07 \pm 0,01$  seg), diferencias que se muestra en esta



investigación, pero estos promedios son inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Para el factor edad, los valores obtenidos guarda relación con lo reportado por Romero (2018), indica que el promedio en perros de 2 a 5 años de edad fue de  $0,1 \pm 0,01$  seg. Y lo reportado por Pochón, et al. (2004), en perros de 2 a 10 años el promedio fue  $0,07 \pm 0,01$  seg, estos resultados no guardan relación con el presente estudio.

Estas diferencias encontradas quizá se deban a las condiciones medioambientales, y a las poblaciones con características propias de su medio o bajo condiciones climáticas propias de cada región y al mismo estado consciente de los animales al momento de los exámenes, ya que se producen condiciones de estrés que podrían ocasionar frecuencias cardiacas elevadas por un incremento en el tono vagal o simpático y acortar sus valores en la duración del intervalo PR (Santamaría, 2010).

#### 4.3.4. De la duración del complejo QRS.

Tabla 10. Duración del complejo QRS de perros de Puno según tamaño y edad, seg.

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	0,03 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	13,33	0,030	0,040
	Mediano	0,03 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	23,33	0,030	0,050
	Grande	0,03 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	20,00	0,020	0,042
Edad	Jóvenes	0,03 $\pm$ 0,003 <sup>a</sup>	10,00	0,020	0,042
	Adultos	0,03 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>	16,66	0,030	0,050
<b>Total</b>		0,03 $\pm$ 0,005	16,66	0,020	0,050

DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo

En la tabla 10, el promedio general de la duración del complejo QRS de perros de Puno fue de  $0,03 \pm 0,005$  seg, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $0,03 \pm 0,004$ ;  $0,03 \pm 0,007$  y  $0,03 \pm 0,006$  seg para perros de tamaño pequeño, mediano y grande respectivamente, estos valores sometidos al análisis estadístico no muestran diferencia significativa ( $\geq 0,05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,03 \pm 0,003$  y  $0,03 \pm 0,005$  segundos, para las edades jóvenes y adultos respectivamente, al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

El valor promedio de duración del complejo QRS se encuentran dentro de los valores promedios reportados por la literatura, Ettinger y Feldman (2006); Tilley y Goodwin (2001), indican valor máximo de 0,05 seg en razas pequeñas y valores máximo de 0,06 seg, y Montoya y Ynaraja (1992), indica que se encuentra entre 0,02 a 0,05 seg en perros menores de 20 kg de peso vivo y 0,03 a 0,06 seg en



perros mayores de 20 kg de peso vivo. Sin embargo, lo reportado por Carrillo, et al. (2011) obtuvo resultados de 0,04 seg a nivel del mar, además a 2600 m de altitud por Romero (2018) y Carrillo, et al. (2011), reportan promedios de  $0,05 \pm 0,00$  seg y 0,06 seg. Siendo estos valores superiores a los encontrados en comparación al presente estudio.

Pochón, et al. (2004), reporto valores de  $0,03 \pm 0,00$  seg para perros de tamaño pequeño, siendo estas similares a lo hallado en esta investigación, sin embargo, en perros de tamaño mediano ( $0,04 \pm 0,00$  seg) y grande ( $0,04 \pm 0,00$  seg) presentaron valores superiores a la presente investigación. También reportado por Sánchez y Venegas (2008), promedio de 0,04 seg para perros de menores y mayores de 15 kg de peso vivo. Además, Ortega, et al. (2006), obtuvieron valores de 0,08 seg en perros de tamaño pequeño y 0,07 seg en perros de tamaño grande, realizado en la ciudad de Bogotá a 2650 m de altitud, estos valores son superiores al presente estudio. Recientemente, un estudio realizado en dos pisos altitudinales de 6 m y 2560 m de altitud en Ecuador por Romero (2018), obtuvo promedios de  $0,05 \pm 0,01$  seg para perros de 2 a 3 años y  $0,05 \pm 0,00$  seg para perros de 4 a 5 años de edad, concluye que no existe diferencia entre edades en ambos pisos altitudinales, siendo estos valores superiores a lo encontrado en la presente investigación.

Las diferencias entre los valores encontrados quizá se deban a los diversos los factores que puedan influir como la diferencia en número, edad, sexo, raza y nutrición de los animales, así como el método de recolección de los parámetros electrocardiográficos, las variables fisiológicas, como la excitación de los animales, actividad muscular, la temperatura ambiente y la altitud, pueden generar diferencias significativas en los valores encontrados en la presente investigación.



#### 4.3.5. De la amplitud de la onda R.

*Tabla 11. Amplitud de la onda R de perros de Puno según tamaño y edad, mV.*

Factores	Niveles	Promedio± DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	0,93 ± 0,21 <sup>a</sup>	22,58	0,41	1,30
	Mediano	1,21± 0,29 <sup>b</sup>	23,96	0,80	1,64
	Grande	1,11 ± 0,26 <sup>b</sup>	23,42	0,80	1,70
Edad	Jóvenes	1,07± 0,27 <sup>a</sup>	25,23	0,78	1,70
	Adultos	1,10± 0,28 <sup>a</sup>	24,45	0,41	1,63
<b>Total</b>		1,08 ± 0,28	25,92	0,41	1,70

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 11, el promedio general de la amplitud de la onda R en perros de la ciudad de Puno fue de  $1,08 \pm 0,28$  mV, para el factor tamaño los promedios hallados con mayores valores fue para perros de tamaño mediano  $1,21 \pm 0,29$  mV seguido para perros de tamaño grande  $1,11 \pm 0,26$  mV y valores menores para perros de tamaño pequeño con  $0,93 \pm 0,21$  mV, estos valores sometidos al análisis estadístico muestran diferencia significativa ( $\leq 0,05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $1,07 \pm 0,27$  mV y  $1,10 \pm 0,28$  mV, para las edades jóvenes y adultos respectivamente, al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

El valor promedio de la amplitud de la onda R no supera lo reportado en la literatura. Ettinger y Feldman (2006); Tilley y Goodwin (2001), indican que no debe superar 3,0 mV en razas grandes y 2,5 mV en razas pequeñas. Fernández, et al. (2013), reporta un promedio de 0,7 mV, y Merizalde (2011), halló valores de



0,94 mV, comparado con el presente estudio son inferiores. Por su parte Romero (2018), reporta valores de  $1,6 \pm 0,13$  mV, a 2600 m de altitud, estas cifras son mayores a lo encontrado en la presente investigación.

Sánchez y Venegas (2008), en Colombia a 2600 m de altitud obtuvo valores promedios de 1,15 mV y 1,05 mV en perros de menos de 15 kg y de más de 15 kg, comparado con la presente investigación son inferiores a los hallados en perros de tamaño pequeño y ligeramente inferior en perros de tamaño grande. Romero (2018), reporta valores de  $1,5 \pm 0,14$  mV para perros de tamaño mediano y grande, Y Pochón, et al. (2004), a una altitud sobre el nivel del mar reporto valores de  $1,43 \pm 0,7$ ,  $1,43 \pm 0,7$ ;  $1,51 \pm 0,65$  y  $1,5 \pm 0,63$  mV para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente siendo estos superiores a los valores encontrados en perros residentes de la ciudad de Puno. Sin embargo, los valores hallados por Ortega, et al. (2006), en perros de tamaño pequeño fue de 3,9 mV, perros de tamaño mediano fue de 2,1 mV y en perros de tamaño grande fue de 5,23 mV, cifras que superan ampliamente al valor obtenido en la investigación realizada, a pesar de haberse desarrollado en perros sin anomalías cardíacas a 2650 m de altitud.

Los resultados encontrados en el presente trabajo para el factor edad son inferiores a lo establecidos por Romero (2018), indica valores de  $1,5 \pm 0,17$  y  $1,5 \pm 0,11$  mV en perros con edades de 2-3 años y 4-5 años. Y Pochón, et al. (2004), refiere valores de  $1,51 \pm 0,65$  mv en perros de 2 a 10 años. Así mismo reporto Carrillo, et al. (2011) de 1,81 mV en perros adultos sanos.

#### 4.3.6. De la amplitud de la onda T.

*Tabla 12. Amplitud de la onda T de perros de Puno según tamaño y edad, mV.*

Factores	Niveles	Promedio± DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	0,19 ± 0,02 <sup>c</sup>	10,52	0,15	0,25
	Mediano	0,24 ± 0,05 <sup>b</sup>	20,83	0,15	0,35
	Grande	0,29 ± 0,03 <sup>a</sup>	10,34	0,24	0,38
Edad	Jóvenes	0,23 ± 0,06 <sup>a</sup>	26,08	0,15	0,38
	Adultos	0,25 ± 0,04 <sup>a</sup>	16,00	0,15	0,35
<b>Total</b>		0,24 ± 0,05	20,83	0,15	0,38

*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 12, el promedio general de la amplitud de la onda T en perros en la ciudad de Puno fue de  $0,24 \pm 0,05$  mV, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $0,19 \pm 0,02$ ;  $0,24 \pm 0,05$  y  $0,29 \pm 0,03$  mV en perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente, estos valores sometidos al análisis estadístico muestran diferencia significativa ( $\leq 0,01$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,23 \pm 0,06$  mV y  $0,25 \pm 0,04$  mV, para las edades jóvenes y adultos, respectivamente al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

En promedio general hallados en perros a 3827 m de altitud, se encuentra dentro de los promedios que reporta la literatura. Ettinger y Feldman (2006); Montoya y Ynaraja (1992); Tilley y Goodwin, (2001), refieren que la amplitud de la onda T puede ser positiva, negativa o bifásica, con una amplitud  $\pm 0,05 - 1,0$  mV no mayor que  $\frac{1}{4}$  de la amplitud de la onda R. Carrillo, et al. (2011), reporta

un promedio de 0.23mV, cifra ligeramente inferior al presente estudio. Además, lo encontrado por Merizalde (2011), a 2600 msnm fue de 0,06 seg cifra significativamente inferior a lo reportado en la presente investigación. Sin embargo, Ortega, et al. (2006), reporta valores de 1.140 mV 2650 m de altitud, cifra que supera ampliamente a lo encontrado en esta investigación.

Sánchez y Venegas (2008), en la ciudad de Bogotá a 2600 msnm, obtuvo valores de 0,25 en perros de tamaño grande y 0,26 mV en perros de tamaño pequeño, estos resultados no guardan relación con la presente investigación con valores ligeramente inferiores. Sin embargo, Ortega, et al. (2006), reporta que promedios de perros de tamaño pequeño (1.01 mV) y grande (1.01 mV) supera ampliamente a los encontrado en la presente investigación. Los valores hallados para el factor edad son ampliamente superior a lo reportado por Merizalde (2011), indica que en perros sanos entre 2 y 6 años de edad el promedio fue de 0,06 seg

#### 4.3.7. De la duración del intervalo QT.

*Tabla 13. Duración del intervalo QT de perros de Puno según tamaño y edad, seg.*

Factores	Niveles	Promedio $\pm$ DS	C.V.	Valores Extremos	
				Min.	Max.
Tamaño	Pequeño	0,17 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	17,64	0,11	0,30
	Mediano	0,20 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	15,00	0,15	0,30
	Grande	0,20 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	05,00	0,18	0,24
Edad	Jóvenes	0,18 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	16,66	0,11	0,30
	Adultos	0,19 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	15,78	0,15	0,30
<b>Total</b>		0,19 $\pm$ 0,03	15,78	0,11	0,30



*DS: Desviación estándar, CV: coeficiente de variabilidad, Min: mínimo, Max: máximo*

En la tabla 13, el promedio general de la duración del intervalo QT en perros en la ciudad de Puno fue  $0,19 \pm 0,03$  segundos, para el factor tamaño los promedios hallados fueron  $0,17 \pm 0,03$ ;  $0,20 \pm 0,03$  y  $0,20 \pm 0,01$  seg para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente estos valores sometidos al análisis estadístico muestran diferencia significativa ( $\leq 0,05$ ); para el factor edad el promedio hallado fue de  $0,18 \pm 0,03$  y  $0,19 \pm 0,03$  segundos, para las edades jóvenes y adultos, respectivamente al análisis estadístico fueron similares ( $\geq 0,05$ ).

En promedio general de la duración QT se encontró dentro de los valores reportados en la literatura. Ettinger y Feldman (2006); Kittleson y Kienle (2000), indican que este valor se encuentra entre 0,15 a 0,25 seg. Por otro lado, Montoya y Ynaraja (1992), establece un rango de 0,14 a 0,22 seg. Comparado con investigaciones realizadas por Romero (2018) donde reporta promedio de  $0,1 \pm 0,00$  seg. Carrillo, et al. (2011), obtuvo un promedio de 0,17seg. siendo todas estas cifras inferiores a lo obtenido en la presente investigación.

Merizalde (2011), obtuvo cifras de 0,17 seg; 0,18 seg y 0,18 seg en perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente los valores mayores fueron para peros de tamaño mediano y grande, esta condición se observa en la presente investigación siendo estos valores inferiores. Por otro lado, Pochón, et al. (2004) reporta valores de  $0,17 \pm 0,02$ ;  $0,17 \pm 0,01$  y  $0,17 \pm 0,01$  seg para perros de tamaño pequeño, mediano y grande, respectivamente y Romero (2018) reporta valores de  $0,1 \pm 0,00$ ;  $0,1 \pm 0,00$  seg para perros de tamaño mediano y grande, obtuvieron valores homogéneos, esta condición no se presentó en esta investigación.



Además, Sánchez y Venegas (2008), reportan valores de 0,16 seg y 0,19 seg para perros de tamaño pequeño y grande respectivamente, a 2600 m de altitud siendo estas inferiores a los obtenidos a 3827 m de altitud.

Para el factor edad los valores obtenidos en la presente investigación fueron superiores a los reportados por Romero (2018), valores de  $0,1 \pm 0,01$  seg en perros de 2 a 10 años, y Merizalde (2011), obtuvo promedios que van de 0,17 a 0,19 segundos en perros de 2 a 6 años.

Estas diferencias encontradas podrían deberse a las diferencias encontradas en los valores obtenidos en la frecuencia cardiaca ocasionados por el estrés de los animales o el nivel de altitud, ya que la duración del intervalo QT se ve inversamente afectado por el mayor número de latidos cardiacos obtendremos menor duración del intervalo (Santamaría, 2010).



## V. CONCLUSIONES

En esta tesis se midió la duración y amplitud de las ondas e intervalos de los parámetros electrocardiográficos en la derivación II en perros en la ciudad de Puno que fueron:

- La frecuencia cardiaca fue de  $118,25 \pm 17,89$ ;  $120,58 \pm 12,24$  y  $108,54 \pm 15,12$  LPM para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0.05$ ). Del mismo modo fue de  $119,36 \pm 14,93$  y de  $112,22 \pm 16,31$  LPM para jóvenes y adultos respectivamente ( $\leq 0.05$ ).
- Los valores del eje cardiaco fueron de  $55,29 \pm 16,37$ ;  $61,41 \pm 13,99$  y de  $60,79 \pm 16,81$  ° de inclinación cardiaca para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\geq 0.05$ ). Del mismo modo fue de  $61,80 \pm 15,78$  y de  $56,52 \pm 15,58$  ° de inclinación cardiaca para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0.05$ ).
- La duración de la onda P fue de  $0,03 \pm 0,00$ ;  $0,03 \pm 0,00$  y de  $0,03 \pm 0,01$  segundos para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0.05$ ). Del mismo modo fue de  $0,03 \pm 0,00$  y de  $0,03 \pm 0,00$  segundos para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0.05$ ).
- La amplitud de la onda P fue de  $0,23 \pm 0,06$ ;  $0,24 \pm 0,04$  y de  $0,24 \pm 0,03$  mV para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\geq 0.05$ ). Del mismo modo fue de  $0,23 \pm 0,04$  y de  $0,24 \pm 0,05$  mV para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0.05$ ).
- La duración del intervalo PR fue de  $0,09 \pm 0,01$ ;  $0,11 \pm 0,01$  y de  $0,10 \pm 0,01$  segundos para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0.05$ ). Del mismo modo fue de  $0,10 \pm 0,01$  y de  $0,10 \pm 0,01$  segundos para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0.05$ ).



- La duración del complejo QRS fue de  $0,03 \pm 0,004$ ;  $0,03 \pm 0,007$  y de  $0,03 \pm 0,006$  segundos para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\geq 0,05$ ). Del mismo modo fue de  $0,03 \pm 0,003$  y de  $0,03 \pm 0,005$  segundos para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0,05$ ).
- La amplitud de la onda R fue de  $0,93 \pm 0,21$ ;  $1,21 \pm 0,29$  y de  $1,11 \pm 0,26$  mV para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0,05$ ). Del mismo modo fue de  $1,07 \pm 0,27$  y de  $1,10 \pm 0,28$  mV para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0,05$ ).
- La amplitud de la onda T fue de  $0,19 \pm 0,02$ ;  $0,24 \pm 0,05$  y de  $0,29 \pm 0,03$  mV para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0,01$ ). Del mismo modo fue de  $0,23 \pm 0,06$  y de  $0,25 \pm 0,04$  mV para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0,05$ ).
- La duración del intervalo QT fue de  $0,17 \pm 0,03$ ;  $0,20 \pm 0,03$  y de  $0,20 \pm 0,01$  segundos para perros pequeños, medianos y grandes respectivamente ( $\leq 0,05$ ). Del mismo modo fue de  $0,18 \pm 0,03$  y de  $0,19 \pm 0,03$  segundos para jóvenes y adultos respectivamente ( $\geq 0,05$ ).





## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios electrocardiográficos con diferencia de edades considerando animales de más de 6 años de edad.
- Realizar la toma de los registros en posición en decúbito lateral derecho para verificar si existe diferencia en estudios en posición de pie.
- Actualizar los valores electrocardiográficos referenciales con datos de la altura.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MINSA., (2014). Reporte informático 2013-2014. Área de atención a la salud pública del departamento de Puno.
- Mamani, J., (2014). Diagnóstico de la calidad del establecimiento de atención veterinaria para animales menores en la ciudad de Puno y Juliaca. Tesis-FMVZ-UNA.
- Mayoral, I., Ynaraja, E., y Caro, A., (1995). Utilidad clínica del electrocardiograma: valor práctico, usos y limitaciones. Clínica veterinaria de pequeños animales, 15(2), 0081-94.
- Basto, N. y Arcila, V., (2005). Caracterización de las derivadas precordiales en electrocardiografía para caninos sanos. Spei Domus, 1(1).
- Ramírez, E. y Montoya, J., (2005). Manual clínico de cardiología básica en el perro y el gato (Vol. 286). Servet.
- Ortega, M.T., Cerquera, E.A. y Gutiérrez, S.R., (2006). Base de datos de medidas electrocardiográficas para caninos residentes en la ciudad de Bogotá. Revista de Medicina Veterinaria N° 12:73-80. Universidad de la Salle-Colombia.
- Meder, A., (2010). Utilidad de la electrocardiografía en la clínica veterinaria de animales de compañía. Ciencia Veterinaria. ISSN: 1515-1883. Vol. 12 N° 1-2010.
- Sisson, S. y Grossman, J. (1995). Anatomía de los Animales Domésticos. Barcelona: Salvat Editores. p.188.
- Desmarás, E. y Mucha, C., (2001). Afecciones Cardiovasculares en Pequeños Animales. Pp. 3-17. InterMédica, Buenos Aires. Disponible en internet: [www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/4Veterinaria/V-039.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/4Veterinaria/V-039.pdf).
- Fernández, M., Rojas, A., Ruiz, N., (2013). Evaluación electrocardiográfica de caninos atendidos en la unidad de cardiología del hospital de facultad de veterinaria en



- primer semestre del año 2012. Tesis de pregrado. Facultad de veterinaria, Universidad de la Republica.
- Guyton, A. y Hall, J., (2011). Tratado de fisiología médica. (pp. 320-325, 485 – 495, 1031-1038). Barcelona. Editorial Elsevier Inc.
- Kittleson, M. y Kienle, R., (2000). Medicina Cardiovascular de Pequeños Animales. Barcelona: Multimedia. p.4 Iowa United States of América.
- Mucha C.J., (2007). Ecocardiografía en pequeños animales. Acta Scientiae Veterinariae.35 (Supl 2): s291-s293, 2007. Disponible en el URL:  
<http://www.ufrgs.br/actavet/35-suple-2/28%20-%20ANCLIVEPA.pdf>.
- Montoya, J. y Ynaranja, E., (2012). Manual de electrocardiografía clínica canina. 2da Edición. Grupo Asís.
- Oyama, M., Kraus, M., Gelzer, A. (2014). Rapid review of ECG interpretation in small animal practice. (pp. 10, 11, 23, 24). Editorial Taylor - Francis Group.
- Ocampo, C. (2000). Posibilidades y limitaciones de la electrocardiografía canina. Ciencias veterinarias. Vol. 3. Pág. 467-503.
- Rueda, O.L., (2000). Programa d entrenamiento en electrocardiografía. Bucaramanga. Pág. 149.
- Santamaría, P. G., (2010). Utilidad clínica de la electrocardiografía en medicina veterinaria. Consulta de difusión veterinaria. AVEPA.
- Álvarez, J., (2016). Actualización Practica cardiología canina. Asociación de veterinarios españoles especialistas en pequeños animales Formación continuada AVEPA.
- Baldovino A, Gil, A., Rotunno A., (2006). Estudio comparativo de amplitud de ondas electrocardiográficas en perros en la estación y en decúbito lateral derecho. An. Vet. Murcia. 22: 19-24.



- Ettinger, S. y Feldman, E., (2006). Electrocardiography and cardiac arrhythmias. En E. Cote y S. Ettinger, *Veterinary Internal Medicine*. (pp. 147-150). Editorial Elsevier Saunders.
- Montoya, J.A. y Ynaraja, E., (1992). Arritmias cardiacas en la clínica del perro y del gato. Una revisión bibliográfica y su enfoque práctico. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales*. Vol:12-4. Madrid-España.
- Tilley, P. L. y Burtnick, L.N., (2001). *Electrocardiografía practica en pequeños animales*. Ed. Multimédica: España.
- Montoya J, Ynaranja, E. (1998) *Medicina cardiovascular de Pequeños Animales*. Barcelona, ed. Multimédica, 603 p
- Wayne E. W., (2005). *El libro de la UCI veterinaria, urgencias y cuidados intensivos*. Multimédica edición veterinaria. pág. 156-159.
- Fuentes, V. L., Tilley, L., Smith, F., Oyama, M., Sleeper, M., (2008). *Manual of Canine and Feline Cardiology*.
- Merizalde, M., (2011). *Determinación de parámetros hematológicos, proteínas plasmáticas, valores de presión arterial y electrocardiografía en 300 caninos sanos en Bogotá y la Sabana a 2600 msnm*. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias Maestría en Ciencias Veterinarias. Universidad de la Salle. Bogotá. 105pp.
- Sánchez, M. E., y Venegas, C. A., (2008). Cambios en los valores del electrocardiograma de caninos en tres pisos térmicos de Cundinamarca, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(15), 67-78.
- Pochón, D.O., Repetto, C.J., Picot, J.A., (2004). *Exploración estadística de parámetros electrocardiográficos en caninos categorizados en cuatro tallas diferentes*.



Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Facultad de Ciencias Veterinarias-  
UNNE.Corrientes-Argentina.

Fernández, M. A., Rojas, A. N., y Ruiz, N. A., (2013). Evaluación electrocardiográfica de caninos atendidos en la unidad de cardiología del Hospital de Facultad de Veterinaria en el primer semestre del año 2012.Universidad de la Republica. Montevideo-Uruguay.

Ortega, M., Gómez, L., Cerquera, A., y Gutiérrez, R., (2006). Base de datos de medidas electrocardiográfica para caninos residentes en la ciudad de Bogotá. Revista de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. ISSN:0122-9354. Bogotá-Colombia. Pp.73-80.

Carrillo, V., Grandez, R., y Dávila, F., (2011). Parámetros electrocardiográficos y radiográficos cardíacos en la raza perro sin pelo del Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 22(2), 89-96.

AKG (American Kennel Club). Disponible en internet:  
<http://www.quieroamiperro.com/articulos/clasificacion-de-las-razas-segun-el-akc-y-segun-el-tamano.html>




# ANEXOS



## Anexo 1

### Instrumento de recolección de datos, muestra el llenado de los parámetros electrocardiográficos.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 18

Tema: DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS ELECTROCARDIOGRAFICOS EN PERROS (Canis Lupus Domesticus) CLINICAMENTE SANOS EN ALTURA.

I. ANAMNESIS. *Jachi*

EDAD:  CACHORROS (6-18 meses)  <sup>6 años.</sup> ADULTO (18.1 meses- 6 años)

SEXO:  MACHO  HEMBRA PESO:  Kg.

TALLA:  <sup>31 cm.</sup> PEQUEÑO (<41 cm)  MEDIANO (42-57cm)  GRANDES (> 58 cm)

II. MEDICION DE LOS PARAMETROS ELECTROCARDIOGRAFICOS.

2.1. FRECUENCIA CARDIACA:  lpm. 2.2. EJE CARDIACO:  grados.

2.3. ONDA P: DURACION  Seg. AMPLITUD  mV.

2.4. INTERVALO PR: DURACION  Seg.

2.5. COMPLEJO QRS: DURACION  Seg. ONDA R: AMPLITUD  mV.

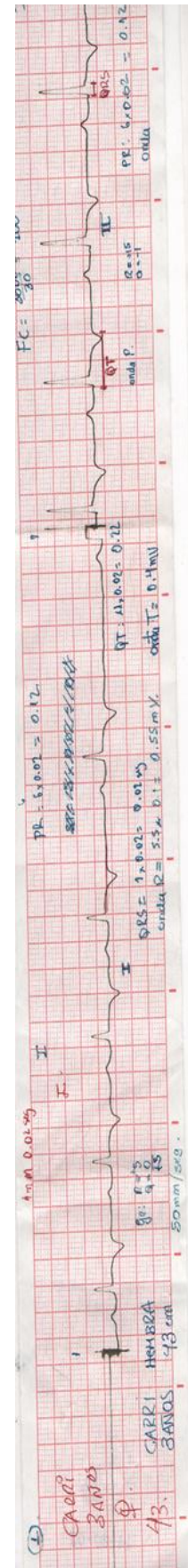
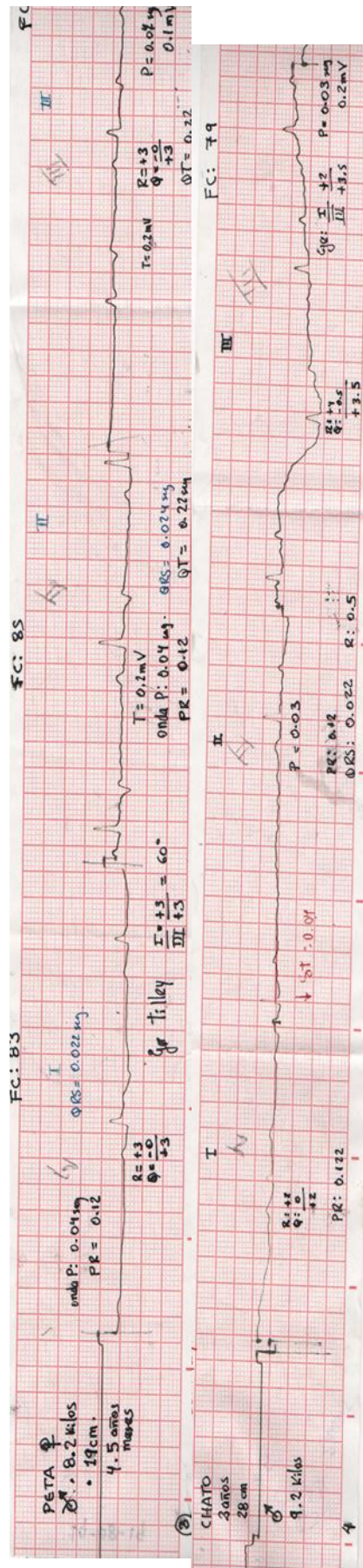
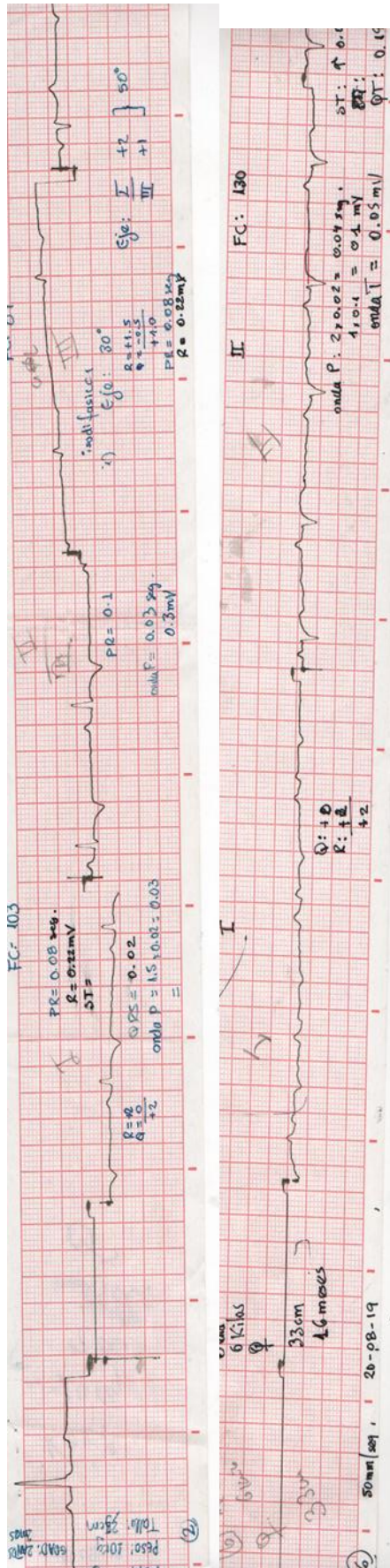
2.6. SEGMENTO ST: AMPLITUD  mV.

2.7. ONDA T: AMPLITUD  mV.

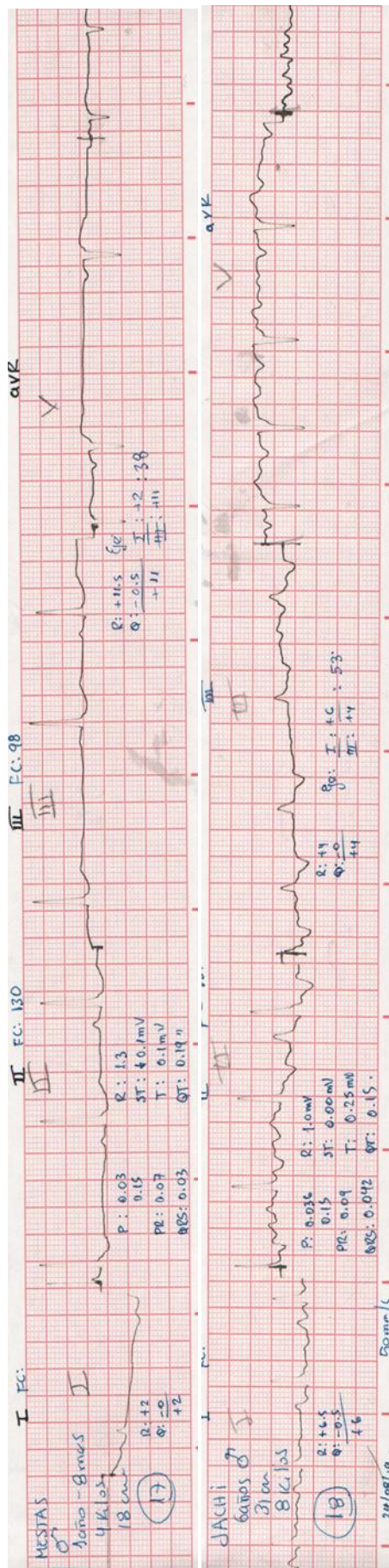
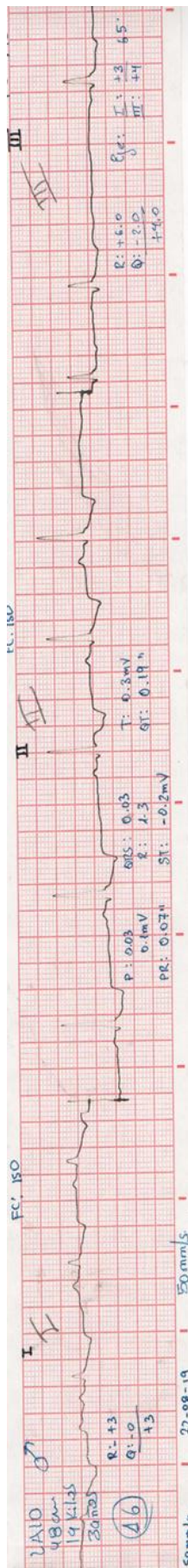
2.8. INTERVALO QT: DURACION  Seg.

### Anexo 2. Electrocardiograma en perros de la ciudad de puno.

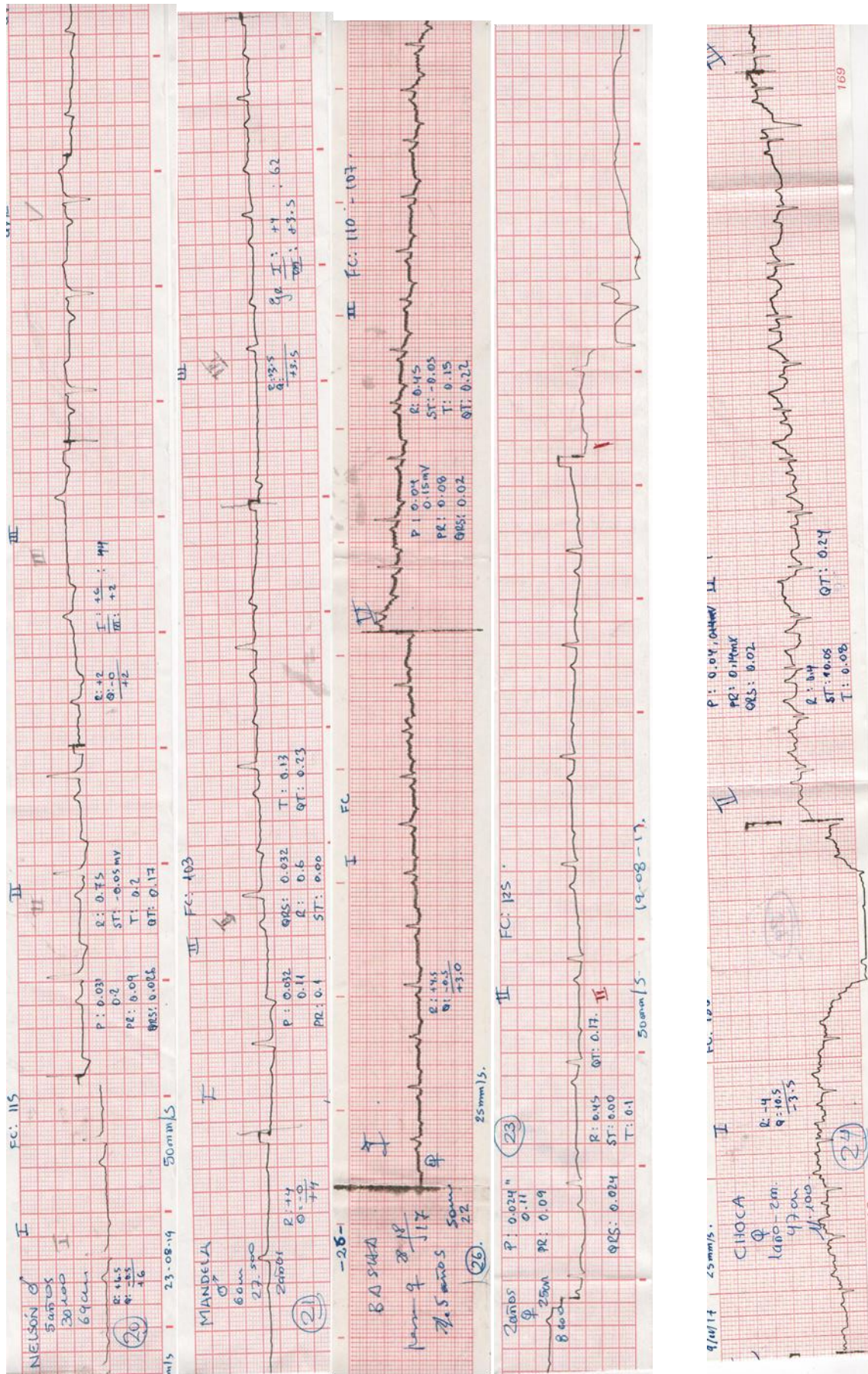




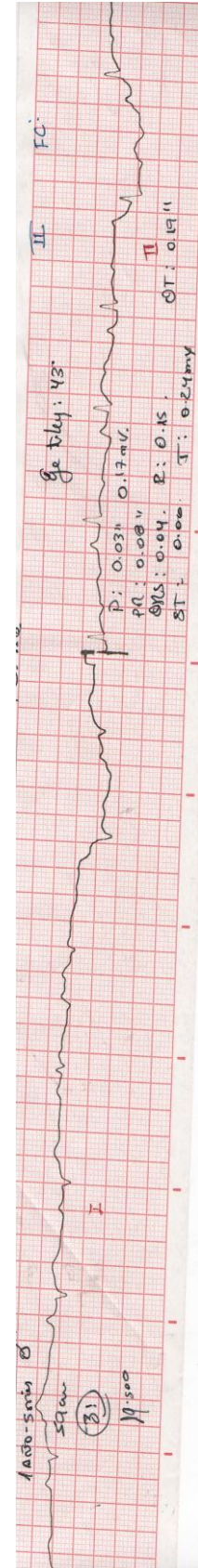
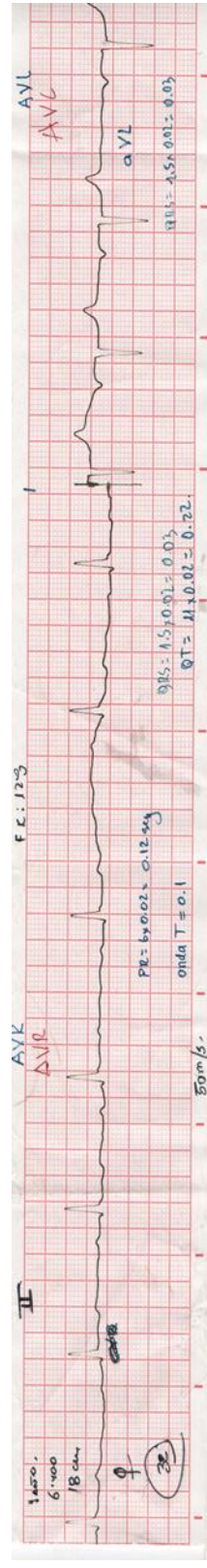
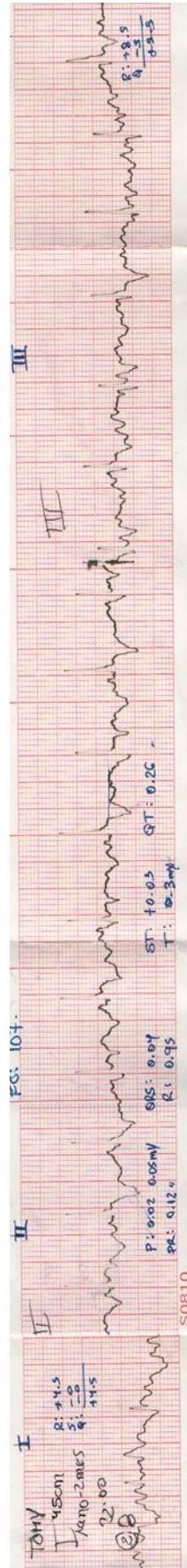
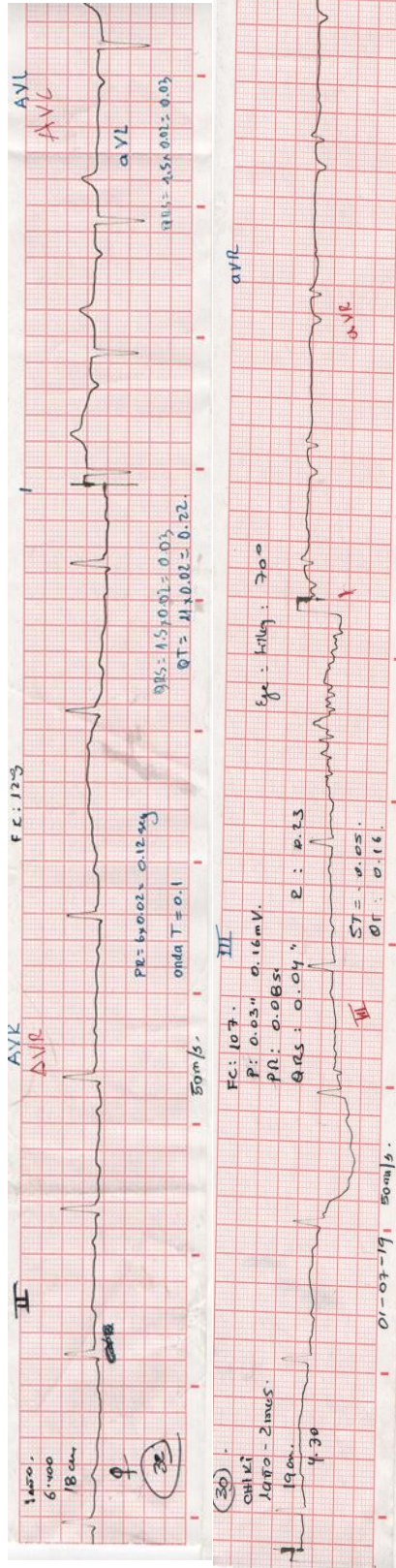








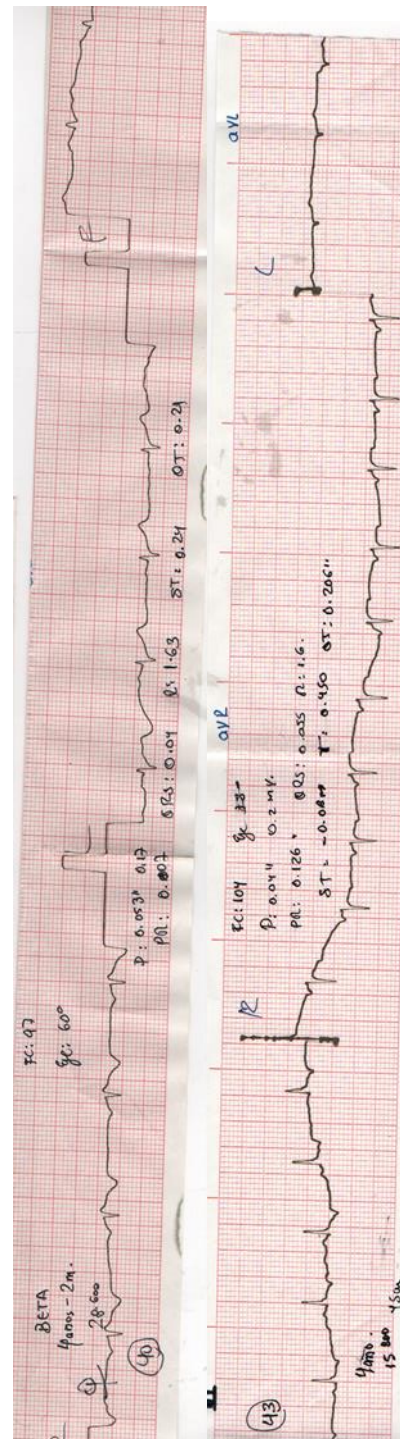
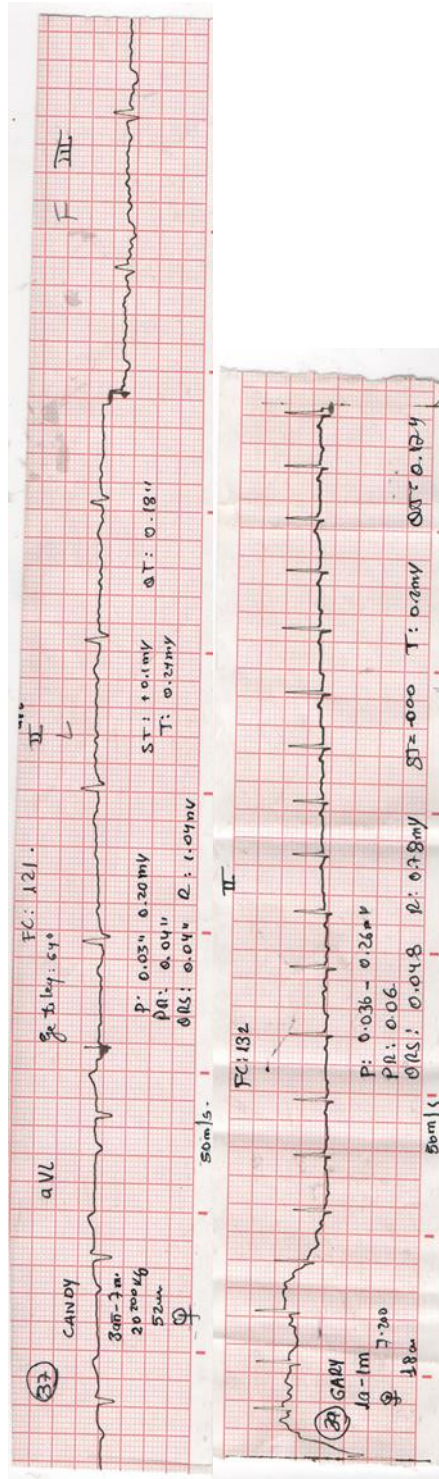








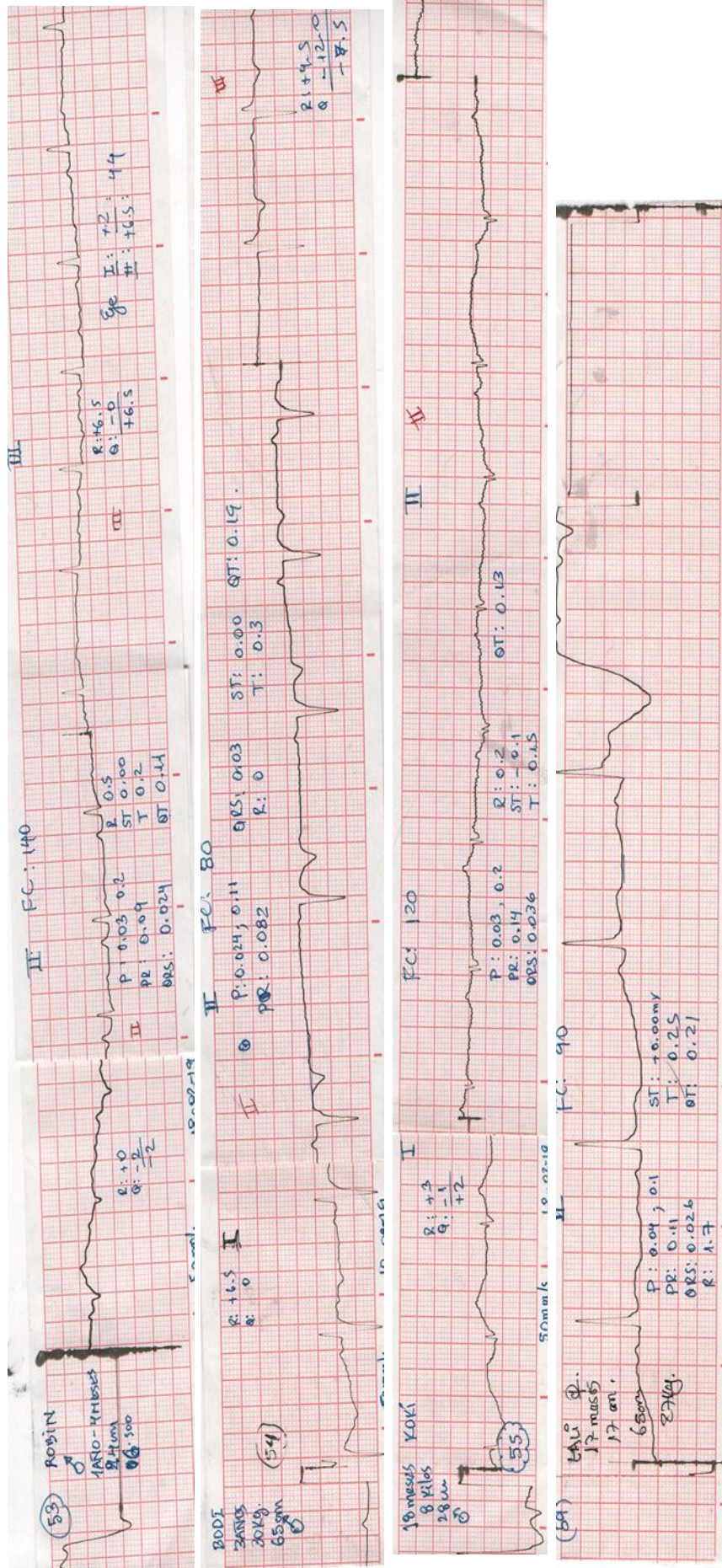




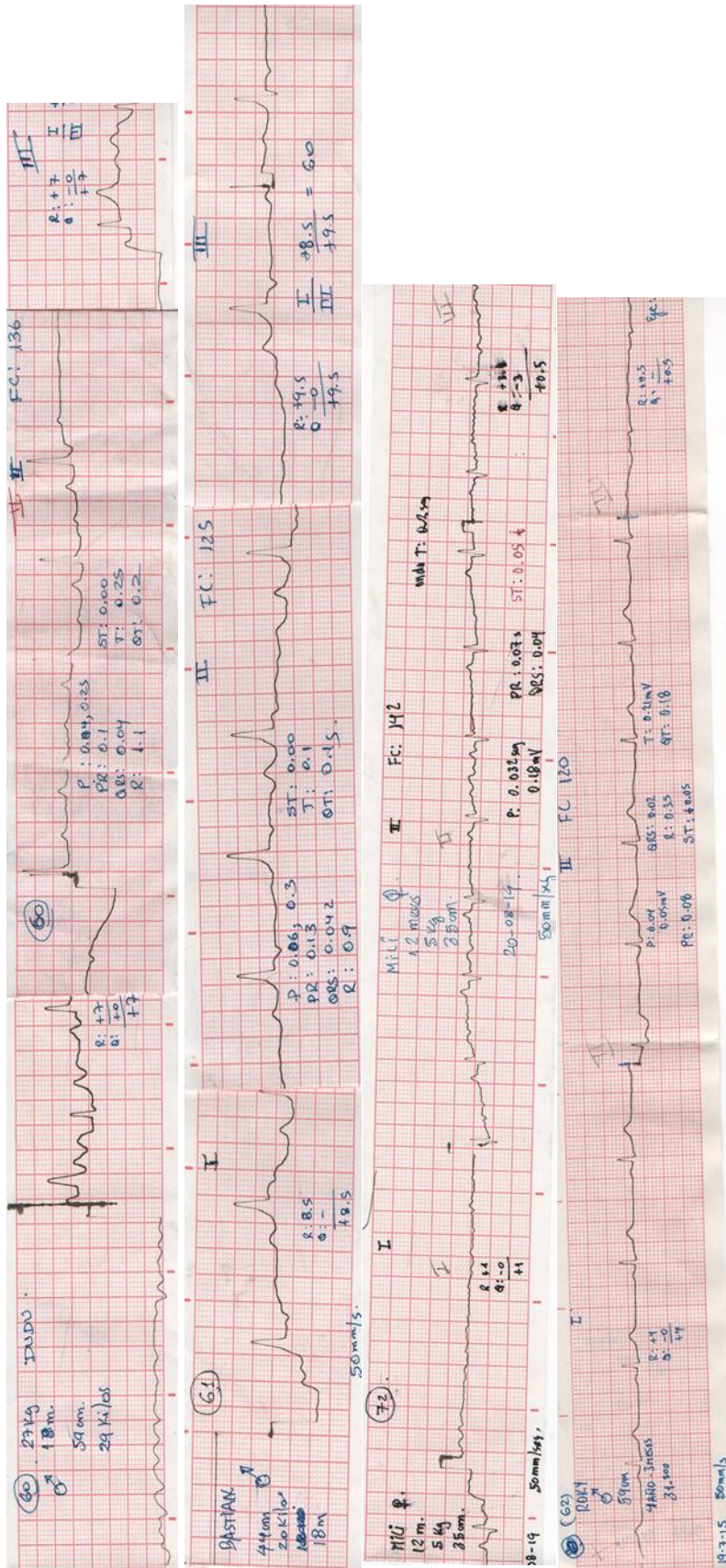




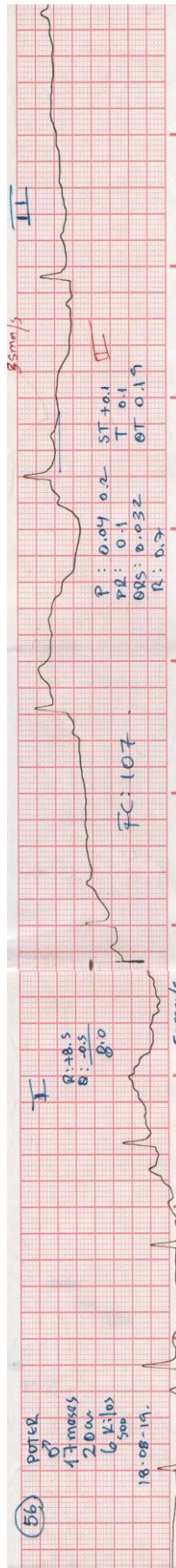
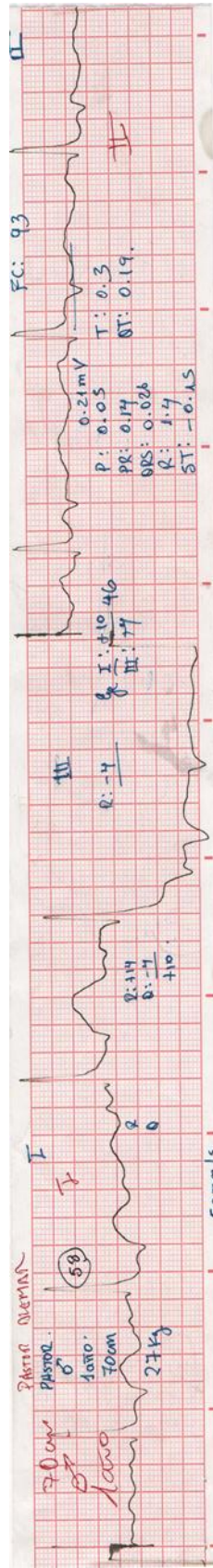
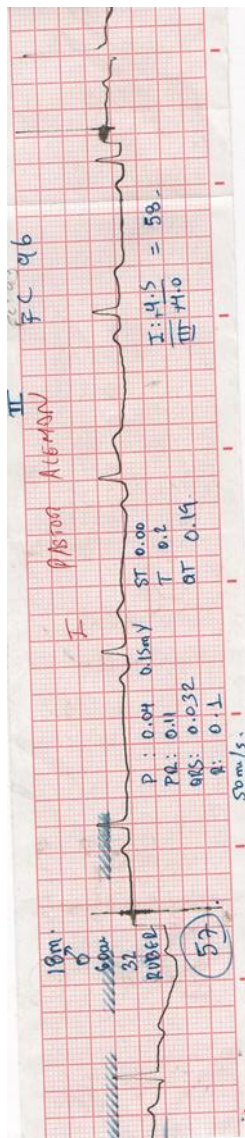












### Anexo 3. Tablas de Tilley para determinar el eje cardiaco.

#### Tablas de Tilley - Derivación I Negativa, Derivación III Positiva

Derivación III Positiva	Derivación I Negativa																					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	20,0
0,0		-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150
0,5	90	150	180	-169	-164	-161	-159	-158	-157	-156	-155	-154	-154	-153	-153	-153	-152	-152	-152	-152	-152	-151
1,0	90	120	150	169	180	-173	-169	-166	-164	-162	-161	-159	-158	-157	-156	-155	-155	-154	-154	-154	-153	-153
1,5	90	109	131	150	164	173	180	-175	-172	-169	-167	-164	-162	-160	-159	-158	-157	-157	-156	-156	-155	-154
2,0	90	104	120	136	150	161	169	175	180	-176	-173	-169	-166	-164	-162	-161	-160	-159	-158	-158	-157	-155
2,5	90	101	113	127	139	150	159	166	172	176	180	-174	-171	-168	-166	-164	-163	-161	-160	-160	-159	-157
3,0	90	99	109	120	131	141	150	158	164	169	173	180	-175	-172	-169	-167	-165	-164	-163	-162	-161	-158
3,5	90	98	106	115	125	134	142	150	157	162	167	174	-180	-176	-173	-170	-168	-166	-165	-164	-163	-159
4,0	90	97	104	112	120	128	136	143	150	156	161	169	175	180	-176	-173	-171	-169	-167	-166	-165	-161
4,5	90	96	102	109	116	124	131	138	144	150	155	164	171	176	180	-177	-174	-172	-170	-168	-167	-162
5,0	90	95	101	107	113	120	127	133	139	145	150	159	166	172	176	180	-177	-174	-172	-171	-169	-164
6,0	90	94	99	104	109	114	120	126	131	136	141	150	158	164	169	173	177	180	-177	-175	-173	-167
7,0	90	94	98	102	106	111	115	120	125	129	134	142	150	157	162	167	171	174	177	180	-178	-170
8,0	90	93	97	100	104	108	112	116	120	124	128	136	143	150	156	161	165	169	172	175	178	-173
9,0	90	93	96	99	102	106	109	113	116	120	124	131	138	144	150	155	160	164	167	171	173	-177
10,0	90	93	95	98	101	104	107	110	113	117	120	127	133	139	145	150	155	159	163	166	169	180
11,0	90	92	95	97	100	103	105	108	111	114	117	123	129	135	140	145	150	154	158	162	165	177
12,0	90	92	94	97	99	101	104	106	109	112	114	120	126	131	136	141	146	150	154	158	161	173
13,0	90	92	94	96	98	100	103	105	107	110	112	117	123	128	133	137	142	146	150	154	157	170
14,0	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	111	115	120	125	129	134	138	142	146	150	153	167
15,0	90	92	93	95	97	99	101	103	105	107	109	113	118	122	127	131	135	139	143	147	150	164
20,0	90	92	93	94	95	97	98	99	101	102	104	107	110	113	117	120	123	127	130	133	136	150

Tablas matemáticas para el cálculo del eje cardiaco. Tomado de L. P. Tilley: *Essentials of canine and feline electrocardiography*. 3<sup>rd</sup> ed. Lea & Febiger. Philadelphia, USA, 1992.

#### Tablas de Tilley - Derivación I Positiva, Derivación III Positiva

Derivación III Positiva	Derivación I Positiva																					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	20,0
0,0		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0,5	90	60	49	44	41	39	38	37	36	35	35	34	33	33	33	32	32	32	32	32	32	31
1,0	90	71	60	53	49	46	44	42	41	40	39	38	37	36	35	35	34	34	34	33	33	32
1,5	90	76	67	60	55	52	49	47	45	44	43	41	39	38	38	37	36	36	36	35	35	33
2,0	90	79	71	65	60	56	53	51	49	47	46	44	42	41	40	39	38	38	37	37	36	35
2,5	90	81	74	68	64	60	57	54	52	51	49	47	45	43	42	41	40	39	39	38	38	36
3,0	90	82	76	71	67	63	60	57	55	53	52	49	47	45	44	43	42	41	40	39	39	37
3,5	90	83	78	73	69	66	63	60	58	56	54	51	49	47	46	44	43	42	42	41	40	38
4,0	90	84	79	75	71	68	65	62	60	58	56	53	51	49	47	46	45	44	43	42	42	39
4,5	90	85	80	76	73	69	67	64	62	60	58	55	53	51	49	48	47	45	44	43	43	40
5,0	90	85	81	77	74	71	68	66	64	62	60	57	55	52	51	49	48	47	46	45	44	41
6,0	90	86	82	79	76	73	71	69	67	65	63	60	57	55	53	52	50	49	48	47	46	43
7,0	90	87	83	81	78	75	73	71	69	67	65	63	60	58	56	54	53	51	50	49	48	44
8,0	90	87	84	82	79	77	75	73	71	69	68	65	62	60	58	56	55	53	52	51	50	46
9,0	90	87	85	82	80	78	76	74	73	71	69	67	64	62	60	58	57	55	54	53	52	48
10,0	90	88	85	83	81	79	77	76	74	72	71	68	66	64	62	60	58	57	56	54	53	49
11,0	90	88	86	84	82	80	78	77	75	73	72	70	67	65	63	62	60	59	57	56	55	50
12,0	90	88	86	84	82	81	79	78	76	75	73	71	69	67	65	63	61	60	59	57	56	52
13,0	90	88	86	84	83	81	80	78	77	76	74	72	70	68	66	64	63	61	60	59	58	53
14,0	90	88	87	85	83	82	80	79	78	77	75	73	71	69	67	66	64	63	61	60	59	55
15,0	90	88	87	85	84	82	81	80	78	77	76	74	72	70	68	67	65	64	62	61	60	55
20,0	90	89	88	87	85	84	83	82	81	80	79	77	76	74	72	71	70	68	67	65	65	60

Tablas matemáticas para el cálculo del eje cardiaco. Tomado de L. P. Tilley: *Essentials of canine and feline electrocardiography*. 3<sup>rd</sup> ed. Lea & Febiger. Philadelphia, USA, 1992.