



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



CARACTERÍSTICAS ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN
VACUNOS DE LA RAZA FLECKVIEH CRIADOS EN
CONDICIÓN DE ALTURA

TESIS

PRESENTADA POR:

DENILSON MERCADO TITO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNIA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios, por protegerme y darme fortaleza frente a las adversidades, por mostrarme el camino que día a día con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible, A mi madre Eugenia, a mi esposa Gisela e hijo Danilo., por su apoyo incondicional,

Denilson



AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, por contribuir en la educación de nuestra región y el país, abriéndome sus puertas al desarrollo profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Ciro Traverso Arguedas, por su paciencia y apoyo.

Denilson



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 15

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL CORAZÓN..... 17

2.1.1. Circulación Coronaria..... 17

2.1.2. Inervación del corazón..... 18

2.1.3. Sistema de conducción del corazón..... 19

2.1.4. Potencial de acción del musculo cardiaco y el electrocardiograma 21

2.2. ELECTROCARDIOGRAMA 26

2.2.1. Las derivaciones del electrocardiograma 26

2.2.2. Papel para electrocardiograma..... 27

2.2.3. Derivaciones 27

2.2.3.1. Tipos de Derivaciones..... 28

2.2.3.2. Colocación de los electrodos en el animal. 29



2.3. EL ELECTROCARDIOGRAMA.....	30
2.3.1. Frecuencia cardiaca	30
2.3.2. Ritmo cardiaco.....	31
2.3.3. Onda P	31
2.3.4. Intervalo P-R.....	32
2.3.5. Complejo QRS.....	32
2.3.6. Onda Q.....	32
2.3.7. Onda R.....	32
2.3.8. Onda S	33
2.3.9. Onda T	33
2.3.10. Segmento S-T	33
2.3.11. Segmento P-R.....	34
2.3.12. Intervalo Q-T	34
2.3.13. Intervalo P-R.....	34
2.3.14. Onda U.....	34
2.3.15. Eje eléctrico	35
2.3.15.1. Cálculo del eje eléctrico	35
2.4. VALORES ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN VACUNOS.....	37

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	46
3.2. EQUIPOS Y MATERIALES	46
3.2.1. El Equipo de examen clínico	46
3.2.2. Equipo electrocardiográfico	46
3.2.3. El Material clínico	46



3.3. DE LOS ANIMALES	47
3.3.1. Evaluación Clínica de los animales	47
3.3.2. Criterios de inclusión	47
3.3.3. Criterios de exclusión	48
3.4. FASE EXPERIMENTAL	48
3.4.1. Procedimiento de determinación de la frecuencia cardiaca.....	49
3.4.2. Procedimiento de determinación del ritmo cardiaco	49
3.4.3. Medición del eje cardiaco	49
3.4.4. Medición de las ondas, segmentos e intervalos	50
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE LA FRECUENCIA, EJE ELÉCTRICO, AMPLITUD Y DURACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROCARDIOGRÁFICAS.....	52
4.2. PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE LOS INTERVALOS Y SEGMENTOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS.....	66
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES	72
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	77

ÁREA : Salud Animal.

TEMA: Electrocardiograma de vacunos en altura.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 24 de octubre de 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	37
Tabla 2.	37
Tabla 3.	38
Tabla 4.	38
Tabla 5.	40
Tabla 6.	477
Tabla 7.	52
Tabla 8.	54
Tabla 9.	56
Tabla 10.	Valores electrocardiográficos de complejo QRS en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. 56
Tabla 11.	64
Tabla 12.	Valores electrocardiográficos del intervalo PR y QT en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. 64
Tabla 13.	68
Tabla 14.	ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la frecuencia cardiaca en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. 75
Tabla 15.	78
Tabla 16.	78
Tabla 17.	79
Tabla 18.	79
Tabla 19.	79
Tabla 20.	ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda R por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. 77
Tabla 21.	80



Tabla 22.	80
Tabla 23.	81
Tabla 24.	ANDEVA de los valores electrocardiográficos del intervalo PR en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. 78
Tabla 25.	81
Tabla 26.	82
Tabla 27.	82

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Tipo-U	: Buena conformación
AD	: Atrio derecho
VD	: Ventrículo derecho
AI	: Atrio izquierdo
VI	: Ventrículo izquierdo
SA	: Seno auricular
QT	: Intervalo QT
T	: Onda T
A-V	: Auriculo ventricular
K ⁺	: Potasio
Cl ⁻	: Cloro
Na ⁺	: Sodio
PRM	: Potencial de membrana en reposo
mV	: Milivoltio
Ca ⁺⁺	: Calcio
ATP	: Adenosin tri fosfato



P-Q	: Intervalo PQ
PR	: Intervalo PR
QRS	: Complejo QRS
QT	: Intervalo QT
ST	: Segmento ST
U	: Onda U
Mm/seg.	: Milímetros por segundo
D1	: Derivada 1
D2	: Derivada 2
D3	: Derivada 3
aVR	: Derivación unipolar – aumento del voltaje izquierdo
aVL	: Derivación unipolar – aumento de voltaje derecho
aVF	: Derivaciones unipolares – aumento de voltaje del pie
Vi – V6	: Derivaciones unipolares precordiales
EKG	: Electrocardiograma
Q	: Onda Q
ST-T	: Complejo ST-T
TP	: Intervalo TP
FC	: Frecuencia cardiaca
msnm	: Metros sobre el nivel del mar
lpm	: Latidos por minuto
seg.	: Segundos
ECG	: Electrocardiograma
S	: Segundo



RR : Distancia de la onda R y R



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo determinar los parámetros electrocardiográficos en vacas de la raza Fleckvieh preñadas entre 5 y 6 meses y de 3 a 5 años criados en condiciones de altura a 3,466 metros de altitud. Se realizó el electrocardiograma para evaluar las ondas, segmentos e intervalos. El examen se realizó en posición de pie, los parámetros electrocardiográficos fueron medidos a una amplitud de 1mV/cm, a una velocidad de 25 mm/seg, utilizándose las derivaciones bipolares (I, II, III), las derivaciones unipolares (avL, avR y avF), la duración (seg) y amplitud (mV). La frecuencia cardiaca en lpm fue de 48.6 ± 6.066 y 45.2 ± 3.962 para preñadas de 3 a 5 años y de 45.8 ± 4.438 y de 43.0 ± 2.915 para vacas vacías de 3 a 5 años. El ritmo cardiaco fue rítmico y sinusal. El eje eléctrico de 101.6 ± 6.949 , 101.0 ± 3.316 para preñadas, de 97.2 ± 4.549 , 100.0 ± 5.147 grados para vacías de 3 a 5 años respectivamente. La onda P fue de 0.094 ± 0.014 , 0.101 ± 0.013 para preñadas y de 0.094 ± 0.014 , 0.096 ± 0.017 seg, para vacías de 3 a 5 años subsecuentemente, y de 0.13 ± 0.027 , 0.15 ± 0.050 para preñadas y de 0.12 ± 0.027 , 0.14 ± 0.041 mV, para vacías respectivamente. El complejo QRS fue de 0.060 ± 0.028 , 0.104 ± 0.033 en preñadas y de 0.088 ± 0.011 , 0.080 ± 0.024 seg, en vacías de 3 a 5 años subsecuentemente. La onda Q y S fue negativa en todos los casos y la onda R fue positiva que oscilo entre 0.65 ± 0.122 a 0.79 ± 0.089 mV, para preñadas y de 0.66 ± 0.096 y 0.72 ± 0.098 mV, para vacías de 3 a 5 años respectivamente. La onda T fue de 0.092 ± 0.030 , 0.084 ± 0.029 para preñadas y de 0.080 ± 0.080 , 0.062 ± 0.062 para las vacías de 3 a 5 años respectivamente. El intervalo PR fue de 0.204 ± 0.032 , 0.20 ± 0.038 para preñadas, de 0.216 ± 0.052 , 0.20 ± 0.038 para las vacías de 3 a 5 años subsecuentemente. El intervalo QT fue de 0.328 ± 0.046 , 0.036 ± 0.042 para preñadas y de 0.328 ± 0.027 , 0.332 ± 0.026 para vacías de 3 a 5 años respectivamente. El segmento PR fue de valore de 0.037 a 0.108 seg, mientras que el segmento ST mostro valores de 0.12 a 0.184 seg,. Se concluye que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las preñadas de las vacías en la frecuencia cardiaca, en el eje eléctrico, en la onda Q, T, intervalo QT, segmento PR y segmento ST.

Palabras claves: vacas, raza Fleckvieh, electrocardiograma, altura.



ABSTRACT

The present research work aimed to determine the electrocardiographic parameters in cows of the Fleckvieh breed pregnant between 5 and 6 months and from 3 to 5 years old raised in high altitude conditions at 3,466 meters de altitude. Electrocardiogram was performed to evaluate the waves, segments and intervals. The examination was performed in a standing position, the electrocardiographic parameters were measured at an amplitude of 1mV/cm, at a speed of 25 mm/sec, using bipolar leads (I, II, III), unipolar leads (avL, avR and avF), duration (seg) and amplitude (mV). The heart rate in bpm was 48.6 ± 6.066 and 45.2 ± 3.962 for pregnant women aged 3 to 5 years and 45.8 ± 4.438 and 43.0 ± 2.915 for empty cows aged 3 to 5 years. The heart rate was rhythmic and sinus. The electric shaft of $101.6 \pm 6,949$, $101.0 \pm 3,316$ for pregnant women, of $97.2 \pm 4,549$, $100.0 \pm 5,147$ degrees for empty women of 3 to 5 years respectively. The P wave was 0.094 ± 0.014 , 0.101 ± 0.013 for pregnant women and 0.094 ± 0.014 , 0.096 ± 0.017 sec. for pregnant women from 3 to 5 years subsequently, and 0.13 ± 0.027 , 0.15 ± 0.050 for pregnant women and 0.12 ± 0.027 , 0.14 ± 0.041 mV for empty respectively. The QRS complex was 0.060 ± 0.028 , 0.104 ± 0.033 in pregnant women and 0.088 ± 0.011 , 0.080 ± 0.024 sec. in voids of 3 to 5 years subsequently. The Q and S wave was negative in all cases and the R wave was positive ranging from 0.65 ± 0.122 to 0.79 ± 0.089 mV for pregnant women and 0.66 ± 0.096 and 0.72 ± 0.098 mV for empty 3 to 5 years respectively. The T wave was 0.092 ± 0.030 , 0.084 ± 0.029 for pregnant women and 0.080 ± 0.080 , 0.062 ± 0.062 for empty ones of 3 to 5 years respectively. The PR interval was 0.204 ± 0.032 , 0.20 ± 0.038 for pregnant women, 0.216 ± 0.052 , 0.20 ± 0.038 for empty women of 3 to 5 years subsequently. The QT range was 0.328 ± 0.046 , 0.036 ± 0.042 for pregnant women and 0.328 ± 0.027 , 0.332 ± 0.026 for empty women aged 3 to 5 years respectively. The PR segment was valued from 0.037 to 0.108 sec., while the ST segment showed values from 0.12 to 0.184 sec. It is concluded that there is a significant difference ($P < 0.05$) between pregnant cells of the voids in the heart rate, in the electric axis, in the Q wave, T, QT interval, PR segment and ST segment.

Keywords: cows, Fleckvieh breed, electrocardiogram, height.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La raza Fleckvieh destinada a las explotaciones intensivas hacia la producción de leche, carne, esta raza se viene criando en Perú en sistemas de producción muy diversos, orientados generalmente al aprovechamiento de pastos y recursos propios de las explotaciones distribuidas en todo el país en cantidad en crecimiento. Las nodrizas de aptitud cárnica son buenas productoras de leche en cantidad y calidad, permitiendo al ternero desarrollar todo su potencial cárnico con rápidos crecimientos y buenos índices de conversión, las canales son tipo-U (muy buena conformación) con rendimientos medios del 60%. La calidad de la carne, por sus características organolépticas, de color, terneza y jugosidad, propias de carnes provistas de cierta infiltración grasa en el tejido muscular (marmoleado), es muy apreciada por los consumidores, la raza Fleckvieh combina un alto rendimiento de leche con una excelente producción de carne, la leche tiene un alto contenido de proteína y por lo tanto aumenta el precio de la leche que se paga al ganadero. Las vacas presentan larga vida productiva, no siendo raro encontrar animales con 17-18 años de edad, y proporcionan del orden de 12-14 partos. De los caracteres reproductivos de la raza destacan la precocidad, buena fertilidad, facilidad de partos y extraordinario instinto maternal. El carácter dócil y tranquilo de los animales permite un fácil manejo en la explotación (Pardo, 2015).

La necesidad de proporcionar diagnósticos más precisos en la ganadería de altura criada a 3,466 metros de altitud, no cuenta con datos electrocardiográficos para el ganado de la raza Fleckvieh y, en consecuencia, aumenta el uso de pruebas complementarias más específicas. Esto se debe principalmente al aumento de la producción de esta raza en la provincia de Sicuani, lo que hace que los animales alcancen una calidad zootécnica



creciente y se vuelvan aún más valiosos, que en cualquier alteración cardiaca afectaría directamente a la calidad y cantidad de alimentos producidos. La raza Fleckvieh puede tener una vida reproductiva de hasta 18 años, y el rendimiento máximo ocurre alrededor de 10 a 12 años (Oliveira et al., 2008), es un animal que vive y produce durante mucho tiempo, alcanzando edades muy avanzadas (Soares, 2011), por lo tanto, algunos problemas de salud pueden volverse más comunes, como las enfermedades cardiovasculares.

El electrocardiograma constituye el estudio de la actividad eléctrica del corazón en relación con el tiempo, basado en un registro gráfico. Con ella, es posible detectar arritmias cardíacas (Oliveira et al., 2008). El electrocardiograma es de importancia en la clínica cardiológica y su interpretación se basa en la medición de los potenciales eléctricos del corazón, a través de electrodos fijados en zonas específicas de la piel. Las diferencias en los voltajes, que surgen de la despolarización y repolarización de las células cardíacas, se registran en un gráfico. Cada derivación bipolar se obtiene de un par de electrodos, en lados opuestos del corazón, que están conectados al cuerpo, y los electrodos negativos al positivo constituye el vector de la derivación. El aumento de las derivaciones unipolares de las extremidades es un registro por el que dos de los miembros están conectados al terminal del electrocardiógrafo negativo por medio de resistencias eléctricas, mientras que el otro miembro está conectado al terminal positivo (Guyton y Hall, 2006).

Determinar un patrón electrocardiográfico para la raza Fleckvieh es importante, ya que hace que sea más fácil identificar problemas cardíacos en estos animales criados a condiciones de altura y así ayudar al cuidado de animales enfermos, e incluso podría ayudar en el tratamiento más adecuado. Para dar un diagnóstico más preciso de alguna alteración cardiovascular, además de obtener la historia y el examen físico detallado, lo ideal es que se llegó a conocer los parámetros electrocardiográficos normales para esta



especie como es los vacunos de la raza Fleckvieh criados a 3 466 metros de altitud, todavía es difícil determinar un diagnóstico totalmente fiable de enfermedades cardíacas, porque la información existente para esta área es aún escasa (Oliveira et al., 2008).

El trabajo tiene implicancias prácticas dentro de la clínica veterinaria, puesto que al determinar los parámetros electrocardiográficos en vacas clínicamente sanas de la raza Fleckvieh, son la base para determinar alteraciones cardíacas que se puedan presentar en las vacas criadas en altura, y de esta forma se establece su historia clínica general, además de considerarlo como un examen complementario para determinar alteraciones eléctricas del corazón en pacientes criados a condiciones de altura; el propósito del presente estudio es aportar con los parámetros electrocardiográficos en vacas de la raza Fleckvieh clínicamente sanos criados en el distrito de San Pablo de la provincia de Canchis – Cuzco, que será de utilidad para otras situaciones que involucran directamente el corazón, para lo cual se trazó los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características electrocardiográficas en vacunos de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros electrocardiográficos de la frecuencia, eje eléctrico, amplitud y duración de las ondas electrocardiográficas según estado reproductivo y edad en vacas de la raza Fleckvieh clínicamente sanos criados en condiciones de altura.
- Determinar los parámetros electrocardiográficos de los intervalos y segmentos electrocardiográficos según estado reproductivo y edad en vacas de la raza



Fleckvieh clínicamente sanos criados en condiciones de altura.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL CORAZÓN

El corazón se encuentra ubicada dentro de la cavidad torácica, a nivel del espacio mediastínico medio y está cubierto por los pulmones y sostenido por los grandes vasos sanguíneos, se considera que es el órgano muscular, colmado en una película serosa que es el epicardio, rodeado por un tejido fibroso que es el pericardio, con un líquido entre ambas (líquido pericárdico) lo que permite el movimiento del corazón durante sus fases de relajación y contracción. Interiormente está cubierto por células endoteliales a nivel del endocardio, que está en contacto con la sangre (García-Sacristan, 1995).

El corazón es una bomba muscular que tiene cavidades, está dividida en cuatro cámaras por medio de válvulas: atrio derecho (AD), ventrículo derecho (VD), atrio izquierdo (AI) y ventrículo izquierdo (VI) y tabiques Inter atriales e interventriculares respectivamente. La aurícula derecha recibe sangre de las venas cavas craneal y caudal, pasándola al ventrículo derecho por medio de la válvula tricúspide, de esta es expulsada por la arteria pulmonar hacia los pulmones a través de la válvula del tronco pulmonar. La aurícula izquierda es la cámara que recibe sangre de las venas pulmonares y se encuentra separada del ventrículo izquierdo por medio de la válvula mitral o bicúspide, este ventrículo izquierdo recibe sangre y la expulsa hacia la aorta a través de la válvula aórtica (Coleman y Robson, 2005).

2.1.1. Circulación Coronaria

El corazón está irrigado por dos arterias coronarias, excepto en su porción cráneo ventral, son las primeras ramas de la aorta y se encargan de la irrigación



del corazón, ambas arterias, (derecha, izquierda), nacen de los senos aórticos por encima de la válvula aortica y muestrean ramas que irrigan ambas aurículas y ventrículos. La arteria coronaria derecha tiene su origen en el seno coronario derecho de la aorta ascendente, irriga a la aurícula derecha, el ventrículo derecho la superficie diafragmática del ventrículo izquierdo y la porción posterior del septum de los ventrículos a través de la rama interventricular posterior y el nodo SA (60%) y AV (80%), la arteria coronaria izquierda nace del seno aórtico izquierdo, irriga la aurícula izquierda, la mayor parte del ventrículo izquierdo, parte del ventrículo derecho, dos tercios anteriores del tabique interventricular y el nodo SA en 40% de la irrigación tisular. El corazón tiene tres tipos de drenajes venosos, Venas de tebesio, que drenan sangre directamente a la cavidad cardiaca. Venas anteriores del ventrículo derecho, se dirigen al atrio derecho. Venas tributarias del seno coronario, discurren por el surco auriculo-ventricular posterior hasta desembocar en el atrio derecho (Montoya y Naranja, 2012).

2.1.2. Inervación del corazón

El corazón esta inervada por ramas del sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático, el sistema nervioso autónomo es el encargado de regular la frecuencia de formación intrínseca del impulso, además interviene en la conducción del impulso y tiene influencia sobre la contractibilidad cardíaca y los nervios simpáticos emergen de su respectivo ganglio superior simpático torácico e inervan las diferentes zonas del corazón: nodo sinoatrial, región nodal atrio ventricular, haz de His y los ventrículos. La estimulación simpática produce los efectos cronotrópico e inotrópico positivo del corazón (Nelson y Couto, 1999)



Los nervios simpáticos (derecho e izquierdo) que inervan los ventrículos difieren en sus efectos cardiacos en los animales, siendo los que dominan los nervios simpáticos izquierdos, las fibras nerviosas simpáticos del lado derecho inervan principalmente la pared anterior ventricular y los nervios simpáticos izquierdos inervan la pared posterior del ventrículo, el estímulo de los nervios simpáticos izquierdos produce arritmias de la unión atrio ventricular o arritmias ventriculares, así como prolongación del intervalo Q-T y alternación de la Onda T (Gunningha, 2009).

Los nervios parasimpáticos tienen su origen en la médula oblonga, formando el nervio vago; sus fibras terminan primariamente en el nodo sinusal, en el atrio y principalmente en el nodo atrio ventricular, los nervios vago izquierdo y derecho se distribuyen de distinta manera al nodo atrio ventricular, el nervio vago derecho afecta al nodo sinusal, mientras que el nervio vago izquierdo tiene gran influencia sobre el nodo atrio ventricular, que estas al ser estimuladas producen disminución de la frecuencia cardiaca y disminución de la conducción A-V hacia los ventrículos, por lo que el nervio vago es el responsable de la arritmia sinusal (Ettinger, 1989; Nelwan, et al, 2001).

2.1.3. Sistema de conducción del corazón

El corazón está conformado por fibras musculares con un sistema de conducción bastante coordinado. Este sistema consiste en el nódulo sinoatrial (SA), nódulo atrio ventricular (AV), fascículo atrio ventricular (haz de His), y red subendocárdica (fibras de Purkinje). El nódulo sino auricular (SA) o de Keith y Flack o nódulo sinusal, constituye el primer y principal marcapaso del corazón y se encuentra localizado en la parte superior del atrio derecho muy cerca la entrada



de la vena cava craneal. Este primer marcapaso tiene la propiedad de producir espontáneamente estímulos eléctricos a mayor frecuencia que otros puntos del miocardio, por lo que gobierna y origina el automatismo cardiaco. La conducción del impulso cardiaco a través del atrio ocurre vía tres tractos intranodales: anterior, medio y posterior. Existe una conducción en forma directa de fibra a fibra entre el nódulo SA y el nódulo AV (Severin, 1999).

El nódulo aurículo ventricular (AV) que también se conoce como Aschoff y Tawara, se encuentra ubicado en la unión entre la aurícula y ventrículo derecho. Este nodo retrasa la transmisión del impulso una media de 0,12 segundos, haciendo posible que la sangre pase de las aurículas a los ventrículos antes de que estos se contraigan y protegiendo a los ventrículos en caso de arritmias auriculares y puede generar estímulos, por lo que en cada caso de algunas alteraciones del nódulo SA, puede asumir el papel de marcapaso cardiaco, aunque con menor frecuencia y ritmo (Sánchez y Yen, 2003).

El haz de His está conformado por fibras que son excitables, se continúan desde el nódulo AV y siguen el curso del tabique intraventricular. Sigue su recorrido a lo largo del septo membranoso hacia la válvula aórtica y se bifurca en la válvula formando la rama derecha e izquierda. La rama derecha pasa a través del lado derecho del tabique interventricular hacia el músculo papilar anterior, y una red de fibras conductoras que irradian la rama derecha luego se extiende sobre la pared ventricular derecha. La rama izquierda pasa a través del lado izquierdo del tabique interventricular justo por debajo de la cúspide de la válvula aórtica. En esta unión con el primer tercio del septum se divide en fascículo anterior y posterior que pasan por el correspondiente músculo papilar. Estos fascículos se



dividen hacia una red de fibras llamadas fibras de Purkinje que están distribuidas en el miocardio ventricular (Torio, et al., 2002).

El inicio del latido cardiaco empieza en el nódulo SA; luego el impulso abandona el nódulo SA produciendo la despolarización a nivel de los atrios. Las fibras especializadas del atrio ayudan la propagación uniforme del impulso. La onda de excitación alcanza el nódulo AV, pasa lentamente a través de él y el haz de His. Cuando el impulso llega a las ramas derecha e izquierda del haz de His, aumenta su velocidad y se propaga rápidamente a través de las fibras de Purkinje a los ventrículos (Severin, 1999).

La primera zona o área activada es la pared izquierda del tabique de los ventrículos; seguidamente se activa la porción apical o del ápice de los ventrículos derecho e izquierdo, y la onda de despolarización se dirige hacia arriba por las paredes laterales hacia la base del corazón. La última porción que se despolariza es la base del ventrículo; seguidamente viene la repolarización de los ventrículos (Torio et al, 2002; Severin, 1999).

2.1.4. Potencial de acción del musculo cardiaco y el electrocardiograma

El potencial de acción del tejido miocárdico presenta características muy diferentes al de las fibras neuronales y esqueléticas. Es resultado de la entrada y salida de cargas iónicas a través de la membrana celular es por el cambio de polaridad (Guyton y Hall, 2001).

La membrana de la célula del musculo cardiaco es casi similar en muchas formas a otras células. Durante su estadio de reposo se encuentra polarizada ya que el medio interno de la célula es negativo con respecto a la superficie externa que es positivo. Esta polaridad es mantenida gracias a la distribución y



concentración de los iones extracelulares e intracelulares. La célula en descanso o reposo es casi impermeable al sodio (Na^+) y parcialmente permeable al potasio (K^+) y al cloruro (Cl^-). En adición a esto existe una “bomba” celular metabólico que expulsa el sodio fuera de la célula, aun cuando la concentración de sodio es mucho más alta fuera de ella. La concentración de potasio es más alta en el intracelular que en el extracelular, cerca de 20 a 1, lo que favorece la salida de potasio fuera de la célula. La concentración de cloruro es mucho más alta fuera que dentro de la célula lo que favorece la entrada de este en la célula (Ghita, et al., 2007).

La medición de la diferencia relativa de cargas eléctricas de las células miocárdicas, da una cantidad que es el potencial de membrana en reposo (PMR) que es de aproximadamente -90mV , que se encuentra en la célula miocárdica (Severin, 1999).

El ingreso lento de sodio al interior de la célula, ayuda a promover la automaticidad por mantenimiento de un potencial de membrana en reposo de menor negatividad (-40mV) en las células marcapaso. La generación de potencial de acción se da en el nodo sinusal y atrio ventricular que depende de la corriente iónica lenta hacia el interior. Este mecanismo es responsable de la formación del impulso en el nodo sinusal y la conducción del impulso en el nodo atrio ventricular. Cuando el estímulo llega a la célula, se produce un súbito incremento en su permeabilidad al sodio, produciéndose el ingreso rápido de sodio dentro de la célula, causando un cambio en la polaridad de la membrana. Después que las células han sido estimuladas para despolarizarse, el proceso se esparce rápidamente por todas las fibras musculares sin estimulación adicional. Esta onda de iones produce una corriente eléctrica medible (Torio, et al., 2002).



Cuando las células son estimuladas por otra célula aledaña, o por una despolarización espontánea, en este mecanismo se abren canales selectivos en la membrana, que permiten que el sodio (Na^+) y el calcio (Ca^{++}) ingresen a la célula. El sodio ingresa por canales rápidos y el calcio a través de canales lentos y canales rápidos (Nelwan, et al., 2001).

Durante la repolarización temprana de la fase 1, los canales de sodio empiezan a cerrarse e inicia una entrada de calcio por canales lentos. Durante la fase 2, que es la fase de meseta y en la fase 3 que la de repolarización rápida, hay una gran salida de iones K^+ de la célula para compensar el ingreso de cargas de Na^+ y Ca^{++} durante las fases previas, esta pérdida de K^+ es tan grande que la célula recupera su potencial de reposo de -90 mV. Durante la fase 4 que es la de reposo, la bomba sodio-potasio restablece el equilibrio tanto eléctrico como químico, retornan los iones de K^+ al interior y los de Na^+ al exterior de la célula con gasto de energía que es el ATP (Guyton y Hall, 2001).

En la despolarización durante las fases 1 y 2 (meseta) una célula no puede ser normalmente despolarizada por otro estímulo, por lo tanto, la célula es refractaria. Durante la fase 3 que es la repolarización rápida, un impulso eléctrico de gran magnitud, puede causar otra despolarización, la célula es relativamente refractaria. Durante la fase 4 un estímulo que alcance el umbral, produce una despolarización y el ciclo inicia de nuevo (Gunningha, 2009).

En animales mayores, es posible determinar los problemas de conductividad eléctrica del corazón, lo que ayuda a reconocer algunos parámetros electrocardiográficos, después del nacimiento y durante el crecimiento inicial de la cría en que se producen aumentos dependientes de la edad en los intervalos



electrocardiográficos y cambios en la orientación del eje eléctrico medio (Mendes y Col, 2001).

La actividad del músculo cardíaco está relacionada con la despolarización de la membrana celular que está conformado por el tejido muscular y con el surgimiento de corrientes eléctricas (DeRoth,1980). El registro grafico de estas corrientes puede ser posible con el empleo de un electrocardiógrafo, siendo de enorme importancia para las investigaciones relativas al miocardio, tanto en condiciones fisiológicas como patológicas (Ganong,2010).

La electrofisiología cardíaca nace desde la célula miocárdica donde cualquier estimulo produce una despolarización que aumenta la permeabilidad de los canales de sodio, que conlleva a que se cambie la polaridad, siendo positiva intracelularmente y negativa extracelularmente. Posteriormente vuelve a su polaridad inicial, este proceso se inicia en un punto de la membrana de la célula miocárdica extendiéndose hasta despolarizarla por completo (Klein y Cunningham, 2010).

La utilidad del electrocardiograma en bovinos es clara, pero se debe señalar que los datos clínicos han de acompañarse de conocimientos de las limitaciones electrocardiográficas, ya que la sobre interpretación de un electrocardiograma pueden llevar al diagnóstico de graves cardiopatías sin que existan (Montejo,2006). Por lo cual el análisis de un electrocardiograma debe seguir un orden lógico y preestablecido con el objetivo de no olvidar ninguna determinación que pueda servir en el diagnóstico. Los aspectos a tener en cuenta son: frecuencia cardíaca, ritmo, onda P, intervalo P-Q o P-R, complejo QRS en



duración o anchura y voltaje o altura, intervalo Q-T, segmento S-T, onda T, Onda U y eje cardiaco (Radostis, et al, 1994).

Estudios realizados en bovinos se centraron más en ubicar el vector cardiograma, por lo cual esta ausencia de valores considerados normales, hacen que la interpretación del electrocardiograma sea difícil, lo que conllevaría a extrapolar los valores de otras edades, razas e incluso de especies diferentes, destacando la importancia de este estudio, los valores estándar electrocardiográficos son importantes para evitar errores en la interpretación del electrocardiograma, sobre todo cuando esta se basa en los valores de animales adultos. Esta distinción se deriva de las características anatómicas y fisiológicas del corazón de la especie bovina (Montejo,2006).

La electrocardiografía es una técnica sencilla que puede ser utilizado fácilmente en los vacunos y los resultados podrían ser utilizados como valores de referencia para las evaluaciones clínicas de las enfermedades cardíacas (GarcíaSacristan,1998), importantes para el diagnóstico de ritmos cardiacos anormales principalmente los bloqueos cardiacos, la fibrilación atrial y la fibrilación ventricular (Gloobe,1989).

Para medir la intensidad de las cargas eléctricas se usa micro electrodos para determinar la aparición de distintos potenciales entre el interior celular y la superficie de la membrana, con el protoplasma con carga y la membrana con cargas positivas (Hill y Anderson,2004). Los líquidos corporales, que contienen electrolitos entre ellos el sodio, potasio, calcio y magnesio juegan un papel importante en las fluctuaciones en el potencial durante el ciclo cardiaco originando de esta forma el electrocardiograma (Ganong, 2010).



El electrocardiograma es un voltímetro que capta los voltajes producidos por el corazón, detectables en la superficie corporal (Cunningham,2003). Se constituye en el registro de las variaciones de potencial eléctrico que experimenta el miocardio en el curso del ciclo cardíaco detectados desde la periferia del cuerpo (Lama Toro, 2004).

Un electrocardiograma es un procedimiento sencillo y rápido que registra la actividad eléctrica del corazón. Se utiliza para medir el ritmo y la regularidad de los latidos, así como el tamaño y posición de las aurículas y ventrículos, es una técnica no invasiva, de bajo costo que proporciona información útil en, la clasificación de las arritmias el diagnóstico de trastornos de la conducción y también es una valiosa ayuda en las consideraciones pronosticas y terapéuticas (Marriot, 2002).

2.2. ELECTROCARDIOGRAMA

2.2.1. Las derivaciones del electrocardiograma

La excitabilidad se origina en el nódulo sinusal o seno auricular llamado también Keith-Flack, dando origen a que el área auricular del corazón se torne electronegativa, mientras la punta del corazón se mantiene electro positivo dando origen a una corriente eléctrica que circula desde el polo negativo al positivo (Guyton y Hall, 2006). La excitación eléctrica del corazón se propaga por el sistema de conducción, este dipolo formado va cambiando de posición; el polo negativo va bajando junto con la excitación por las distintas partes del músculo cardíaco y en el electrocardiograma la representación de cada porción es representada a través de un elemento grafico (Montejo, 2006).



2.2.2. Papel para electrocardiograma

El papel utilizado en electrocardiograma es milimetrado, con medidas en sentido horizontal que representan la duración de las ondas y largo de los segmentos o intervalos, se indican en segundos. Cada cuadro pequeño equivale a 0,04 segundos, este valor está dado por la velocidad con que se desplaza el papel al producirse el trazado que puede ser de 25 mm/seg. 0.50 mm/seg., es decir en un segundo el papel recorre 25 mm, cinco cuadrados de los grandes, que son equivalentes a 0,20 segundos (Zendejas, 2001; Moreno, 2000).

2.2.3. Derivaciones

En Medicina Veterinaria se han usado varios métodos para realizar el registro electrocardiográfico, el primero y el más extendido lo constituye el método clásico, el cual consta de 12 derivaciones y toma el nombre de las tres primeras derivaciones, estas se obtienen como resultado de la exploración indirecta del corazón desde varios puntos situados en distintos planos, aportando una información amplia del estado de salud del miocardio (Zendejas, 2001). Las primeras tres derivaciones se obtuvieron gracias al resultado del trabajo realizado por Einthoven siendo denominadas derivaciones estándar o derivaciones bipolares ya que son el resultado de la aplicación de los electrodos positivos y negativos y por lo tanto se fundamentan en la concepción de la polaridad. Estas son designadas con la letra D y el número de orden (D1, D2 y D3), formando el triángulo de Einthoven. Además, se cuenta con las derivaciones unipolares de los miembro anteriores y posteriores siendo estas la derivación unipolar aVR, aVL y aVF y las derivaciones unipolares precordiales V1, V2, V3, V4, V5 y V6 (Montejo, 2006).



El triángulo de Einthoven es un triángulo equilátero que presenta el corazón en su centro, se forman por las líneas imaginarias que pasan por las raíces de los miembros anteriores y la región pubiana, los electrodos se ubican en las extremidades por mayor comodidad, los potenciales eléctricos recogidos en estas son idénticos a los obtenidos en los tres puntos del triángulo. En los animales, sin embargo, aunque se emplea este método a nivel de los pliegues de la axila y los inguinales, cumplen con las exigencias descritas por Einthoven para su triángulo y es por eso que se utiliza este método el cual aporta derivaciones estables (Ganong, 2010).

2.2.3.1. Tipos de Derivaciones

El electrocardiógrafo consta de cuatro electrodos: rojo, amarillo, verde y negro. Forman la derivación D1 la diferencia de potenciales obtenidas con el electrodo rojo (-) y el electrodo amarillo (+). La derivación D2 se forma por la diferencia de potenciales entre el electrodo rojo (-) y el verde (+). La derivación D3 es el resultado de la diferencia de potenciales entre el electrodo amarillo (-) y el verde (+). El electrodo negro sirve como estabilizador del equipo, este electrodo se ubica en la extremidad posterior izquierda, pero puede ser colocado en cualquier parte del cuerpo del animal (Montejo, 2006).

Las siglas con que se designan las derivaciones unipolares de miembro son aVR, aVL y aVF corresponden a la inicial de la palabra Vector y de las palabras inglesas derecho, izquierdo y pierna o pie, se le antepone generalmente la letra a, que es la primera letra del vocablo aumento, para



señalar que los potenciales eléctricos, en esas derivaciones son ampliados para su mejor observación (Montejo, 2006).

En aVR el electrodo explorador registra potenciales electronegativos que se originan en la base del corazón y cavidades ventriculares. En el aVL y aVF se registran potenciales producidos en las paredes ventriculares, aVL recibe potenciales muy poderosos de la pared lateral del ventrículo izquierdo (San Román, 2000). La ubicación del electrodo explorador en cada una de las derivaciones unipolares de miembro es:

- **aVR** Metacarpo de la extremidad anterior derecha.
- **aVL** Metacarpo de la extremidad anterior izquierda.
- **aVF** Metatarso de la extremidad posterior izquierda.

(Montejo, 2006).

2.2.3.2. Colocación de los electrodos en el animal.

Método estándar

- **Electrodo rojo:** Pliegue axilar de la extremidad anterior derecha.
- **Electrodo amarillo:** Pliegue axilar de la extremidad anterior izquierda.
- **Electrodo verde:** Pliegue de la babilla de la extremidad posterior izquierda.
- **Electrodo negro:** Pliegue de la babilla de la extremidad posterior derecha. (San Román, 2000).



2.3. EL ELECTROCARDIOGRAMA

La actividad del músculo cardíaco está relacionada con la despolarización de la membrana celular que compone el tejido muscular y con el surgimiento de corrientes eléctricas. El registro gráfico de estas corrientes es posible con el uso de un electrocardiógrafo, siendo de enorme importancia el registro electrocardiográfico para las investigaciones relativas al miocardio, tanto en condiciones fisiológicas como patológicas (Montejo, 2006). Teniendo en cuenta que el electrocardiograma es la herramienta que se usa con más frecuencia para el diagnóstico de las disfunciones eléctricas del corazón (Marriot, 2002).

Onda: Las ondas son las distintas curvaturas que toma el trazado del EKG hacia arriba o hacia abajo. Son producto de los potenciales de acción que se producen durante la estimulación cardíaca y se repiten de un latido a otro, salvo alteraciones.

Intervalo: Porción del electrocardiograma, medido en segundos que comprende desde el inicio de una onda hasta el comienzo de otra.

Segmento: Fracción del electrocardiograma que solo recoge el tiempo, en segundos, que media desde el final de una onda y el inicio de otra (Vélez, 2006).

2.3.1. Frecuencia cardíaca

A través del electrocardiograma se determina la frecuencia cardíaca en un minuto que se realiza de la siguiente forma: en un electrocardiograma realizado a una velocidad de 25 mm/seg. se toma el promedio de las distancias R-R en la DII derivación estándar y DIII derivación Frontal o Sagital en dos ciclos consecutivos (en centésimas de segundos, o sea, contenido los cuadros más pequeños) y se divide entre 60 (segundos en un minuto) entre dicha distancia R-R, de la misma



forma se cuentan los cuadraditos pequeños comprendidos entre las ondas RR y esta es dividida de la constante 1500 (Montejo, 2006; San Román, 2000).

2.3.2. Ritmo cardiaco

Lo que se observa, es si el electrocardiograma mantiene su ritmo normal, esto se puede determinar apreciando si los intervalos R-R son simétricos, seguidamente debe observarse detenidamente si a cada complejo QRS le antecede la onda P, siempre que esto suceda precisar la distancia existente entre el comienzo de la onda P y la onda Q, precisar el largo de este Intervalo en los ciclos obtenidos. Si este intervalo es uniforme y se encuentra dentro de los límites normales, entonces podemos asegurar que el impulso salió del nódulo Keith-Flack o del nódulo sinusal y llegó a los ventrículos en forma normal. De esta manera se puede precisar si hay arritmias o no (Montejo, 2006).

2.3.3. Onda P

En el análisis de las distintas partes de que consta el electrocardiograma, la primera onda que debe identificarse es la P, ya que con esta onda se inicia el ciclo cardiaco, esto es la fase de despolarización a nivel de las aurículas (Montejo, 2006). Representa la despolarización y contracción de las aurículas. Es la primera deflexión hacia arriba que precede al complejo QRS (San Román, 2000).

La onda P puede ser también negativa, por lo que se la considera isoelectrica después de ella hay una breve pausa hasta que el impulso pasa al nódulo aurículo ventricular, permitiéndose así que la sangre pase de la aurícula a los ventrículos. Este período se registra como una línea breve isoelectrica, tanto positiva como negativa, y se denomina Intervalo PR (Natale, 2007).



2.3.4. Intervalo P-R.

El intervalo P-R es el espacio que media entre el inicio de la onda P y el inicio de la onda Q u onda R (cuando Q no aparece). Esta onda expresa el tiempo que tarda el impulso eléctrico en llegar desde el nódulo de Keith-Flack o nódulo sinusal hasta producir la excitación ventricular. Por lo tanto, corresponde al tiempo que dura la conducción aurículo - ventricular (Montejo,2006).

2.3.5. Complejo QRS.

Representa la despolarización y la contracción de los ventrículos derecho e izquierdo, corresponde a la activación ventricular (Montejo,2006). En el grafico electrocardiográfico el complejo QRS representa la despolarización ventricular, es decir, la despolarización en el tabique y ambos ventrículos. Está formado por tres ondas sucesivas, en ellas se valoran el voltaje de las ondas, anchura y forma del complejo (Montejo, 2006, Castellano y Peres, 2004).

2.3.6. Onda Q

Es la deflexión u onda negativa que precede a la onda R. Se produce por la despolarización de la porción apical y del vértice del septo (Montejo, 2006).

2.3.7. Onda R

Es la deflexión u onda positiva del complejo. La onda R es la deflexión más importante y suele ser positiva en la derivación II. Se origina por la difusión del impulso hacia la superficie de ambos ventrículos (Montejo,2006).



2.3.8. Onda S

Es la deflexión u onda negativa que sigue a la onda R. Refleja la activación del miocardio en la base de los ventrículos, no ocurre lo mismo con la altura (amplitud) del complejo QRS, que, aunque puede variar mucho entre dos animales, no lo hace el contorno o la forma del complejo (Natale,2007). Siendo la onda más importante del complejo QRS en las derivaciones estándar, representa la propagación de la excitación que ha alcanzado a ambos ventrículos en su totalidad (Montejo, 2006).

2.3.9. Onda T

Se caracteriza por el proceso de repolarización o recuperación ventricular y refleja el nivel de los procesos metabólicos ocurridos en el músculo cardiaco después de producida la fase de despolarización, producción de la excitación y como consecuencia de esto la contracción cardiaca. Puede ser tanto positiva como negativa, representa la repolarización y el llenado de los ventrículos (Tilley y Lee, 2000). En las derivaciones de Einthoven normalmente es positiva. Pero puede ser negativa, por ello deba interpretarse como patológica (Montejo, 2006).

2.3.10. Segmento S-T

El segmento S-T junto a la onda T, forman el complejo de la repolarización ventricular, realmente el segmento S-T y la onda T constituyen un complejo (ST-T). Este segmento aporta los elementos necesarios para conocer el estado de las coronarias. Su desplazamiento tanto por encima o por debajo de la línea isoeletrica que sean mayores de 1mm muestra sus alteraciones (Montejo, 2006).



2.3.11. Segmento P-R

El segmento PR está comprendido en el segmento isoelectrico entre el final de la onda P y el inicio del complejo QRS. Está contenido dentro de ella el intervalo PR (San Román, 2000).

2.3.12. Intervalo Q-T

Este intervalo comprende desde el inicio de la onda Q hasta el final de la onda T. Se incluyen en este intervalo la despolarización y repolarización ventricular, su longitud mantiene estrecha relación con la frecuencia cardiaca (Montoya y Ynaraja, 2007).

2.3.13. Intervalo P-R

Este intervalo está comprendido desde inicio de la P al inicio del QRS. representa el tiempo que tarda el estímulo desde que activa las aurículas hasta que empieza a despolarizar los ventrículos (San Román, 2000).

2.3.14. Onda U

Es una onda que puede aparecer muy tenuemente en algunos casos. Aparece en el intervalo T-P, casi inmediatamente después de la onda T y antes de la onda P, es muy pequeño (Montejo, 2006). Sobre su origen todavía no hay nada claro, unos suponen que corresponde a la activación tardía de algunos sectores del miocardio ventricular, o debe a la propagación de la excitación a través de los grandes vasos ventriculares (Fregin, 1985).



2.3.15. Eje eléctrico

El eje eléctrico es la dirección de la corriente eléctrica durante la despolarización ventricular. También se conoce como el eje eléctrico medio del ventrículo, ya que es la expresión vectorial media de la onda de despolarización ventricular. Aunque puede calcularse cada uno de los ejes correspondientes a la activación auricular, ventricular y de repolarización ventricular, en la práctica es suficiente el cálculo del eje de la onda de despolarización ventricular, el vector resultante con magnitud y dirección de la suma de todos los potenciales de acción generados por las células cardíacas al activarse durante la despolarización del ventrículo. La dirección del eje eléctrico expresa como una desviación del eje en grados de los seis ejes del sistema de referencia (San Román, 2000).

2.3.15.1. Cálculo del eje eléctrico

- a) El uso de un sistema de derivaciones bipolar. Normalmente se utilizan la derivación I y la III para calcular el eje. La suma algebraica en milímetros de las amplitudes de las ondas positivas y negativas en la derivación I se calcula para tener el eje de la derivación I. Lo mismo se hace en la derivación III. Las líneas perpendiculares se señalan a través del punto calculado sobre las líneas de la derivación. El eje eléctrico principal es la línea dibujada desde el centro del sistema hacia el punto de intersección de las perpendiculares. Y tiene un signo positivo o negativo.
- b) Otro sistema es el examen de las seis derivaciones para determinar cuál es la derivación más isoelectrica y más pequeña. El eje eléctrico verdadero corre perpendicular a esta derivación isoelectrica. Por lo



que la derivación perpendicular será el eje eléctrico principal. Si esta derivación es positiva, entonces el eje va en dirección hacia el polo positivo de esa derivación, o se buscará la derivación con la deflexión de onda R de mayor voltaje. El electrodo positivo de esta derivación en el sistema hexaxial nos aproxima al eje eléctrico.

- c) El tercer método es mediante las tablas en las que se representan los distintos valores del eje eléctrico para cada uno de los valores que existan de la semisuma de los complejos QRS en las derivaciones I y II.
- d) Para calcular el Eje Cardíaco de forma rápida y sencilla solo se debe analizar si el complejo QRS presente en las derivaciones DI y aVF es positivo o negativo. Si el complejo QRS en ambas derivaciones es positivo entonces el Eje Cardíaco es normal. Lo que quiere decir que este se encuentre entre -30° y 90° grados. Para ser más preciso se cuenta las deflexiones positivas y se resta las negativas en la DI y se grafica en el eje hexaxial y de la misma forma se hace en la aVF y se grafica en el eje hexaxial y la intersección de ellas representa el eje eléctrico que se expresa en grados (Montejo, 2006).

Cada porción muscular del corazón tiene su propio vector, resultante a su vez de la suma de los potenciales de acción de las células de esa área del tejido miocárdico. El electrocardiograma es la representación gráfica de los vectores correspondientes a la activación auricular (onda P), y a la activación ventricular, que dan lugar al complejo QRS; a la recuperación ventricular (onda T); y a la recuperación auricular (onda T), la cual no suele verse en el ECG por quedar incluida en el QRS. Esta configuración de los

complejos representa la posición del corazón y la dirección de la distribución de la despolarización en cada derivación (San Román, 2000).

2.4. VALORES ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN VACUNOS

Los índices electrocardiográficos en vacas lecheras en las que utilizo el método de Roshchevkii, utilizándose los datos obtenidos en el plano frontal. Donde la onda P y T muestran con frecuencia aspecto difásico, la onda R se presenta más pequeña que la onda S y que esta última se observa con mayor voltaje en las derivaciones del plano frontal.

Tabla 1. Valores de los componentes del ECG en especies de animales adultos.

Índices ECG Ondas (mm)	Vaca Lechera	Caballo de Trabajo	Ovinos Caprinos
P	0.5-3.0	1.0-2.5	0.3-1.7
Q(-)	0.0-0.8	0.0-0.1	2.2-2.5
R	2.0-6.0	3.0-5.0	2.2-2.6
S(-)	7.0-12.0	8.0-14.0	2.0-2.1
T	2.5-6.0	3.5-6.0	2.5-2.7

Fuente: Montejo (2006).

Tabla 2. Actividad Funcional del corazón en diferentes edades

	Añojos	Novillas	Vacas	Toros
F.C. (min)	75±1.9	83±2.0	83±2	80±2.3
Porcentaje CA	6.37±1.3	4.98±1.0	6.21±0.9	7.57±1.1
Duración de P-Q (seg)	0.18±0.01	0.19±.0.01	0.20±0.01	0.21±0.01
Duración de QRS(seg)	0.07±0.01	0.07±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01
Duración Q-T	0.31±0.01	0.30±0.02	0.32±0.01	0.35±0.01

Fuente: Montejo (2006).

La tabla 2, muestra que la edad es un factor importante en las variaciones de los principales indicadores de la actividad funcional del corazón. En las vacas y toros se muestra variabilidad en los parámetros electrocardiográficos. El coeficiente de arritmia

en los animales adultos se manifiesta por regla general con tendencia a aumentar y en la vaca lechera no constituye una excepción (Montejo, 2006).

Tabla 3. Valores de duración del electrocardiograma (mV)(seg.)

ECG	Antoñi, C. 1995	Blood, D.C. 1983	Meli, F. 1980	Edward, J. 1993
P	0.054	0.100	0.04	0.10
P-R	0.171	0.208	0.11	0.16-0.3
QRS	0.074	0.088	0.055	0.08-0.14
T	0.085	0.114	0.06-0.12	-
R-R	0.970	-	-	-
F.C.	61.62	-	-	30-50

En esta tabla 3 se muestran los valores electrocardiográficos reportados por diferentes autores, hallados en vacunos, cabe indicar que solo muestra valores generales sin que en ella haya especificaciones de los animales que se sometieron a estudio. La transmisión del impulso desde las aurículas a los ventrículos, representado en el electrocardiograma por el intervalo P-Q, con la edad, tiende a aumentar, de la misma forma sucede con el índice sistólico auricular y el índice sistólico ventricular en los animales adultos. Podemos concluir que los indicadores electrocardiográficos en el bovino manifiestan sustanciales cambios con la edad y existe tendencia a aumentar (Montejo, 2006).

Tabla 4. Amplitud (mV) de las ondas del electrocardiograma en bovinos de diferentes categorías.

Derivación	Ondas	Semental joven (n=25)	Semental Adulto (n=25)	Vacasen lactación (n=20)
I	P	-.05 a	-.08 a	-.05 a
	Q	-.03 a	-.03 a	-.07 b a
	R	.24 b	.31 b a	.35 a
	T	-.08 a	-.09 a	-.13 b
II	P	.09 b	.1 b a	.06 c
	Q	.01 b	.03 a	.01 b
	R	-.2 a	-.28 a	-.25 a
	T	.11 d c	.15 c	.11 d
III	P	.14 b c	.17 a	.12 c
	Q	.02 b	.06 b a	.06 b a
	R	-.39 a	-.58 b c	-.61 c
	T	.19 c	.25 b c	.24 b c

Fuente: Pompa (2000).

Los datos del estudio del “Comportamiento del electrocardiograma en bovinos de la raza Holstein a diferentes edades de uno y otro Sexo”; realizado en la Habana-Cuba a 80 m.s.n.m., se emplearon 150 animales, se encontró que la amplitud de las ondas se modifica con el avance de la edad, pero existe diferencia en el comportamiento de los grupos etarios atendiendo al sexo. Mientras que en los machos las ondas P y la Q alcanzan mayor amplitud en los terneros que en los sementales jóvenes ($p < 0.05$), entre terneras y novillas no se registran diferencias para estas ondas (Pompa y Col, 2001).

Tabla 5. Duración (seg) de los componentes electrocardiográficos y frecuencia cardíaca (lpm) en bovinos Holstein.

Derivación	Ondas	Semental joven	Semental	Vaca en lactación
		(n=25)	Adulto (n=25)	(n=20)
B-A	P	.08 b a	.08 b a	0.9 a
	QRS	.07 b	.08 b	.1 a
	T	.09 a	.08 a	.09 a
	ST	.22 a	.22 a	18 b
	TP	.31 b	.31 b	.15 e
	IST	.31 a	.3 a	.26 b
	IQT	.38 b a	.38 a	.36 b
	IPT	.59 b a	.61 a	.58 b a
	RR	.9 a	.92 a	.73 b
	FC	.66 c	.65 c	.82 b

En todas las ondas del electrocardiograma se observan diferencias entre animales de uno y otro sexo ($p < 0.05$), pero las ondas que difieren no son las mismas en los distintos grupos etarios, de modo que no se manifiesta una tendencia definida en este aspecto. La amplitud de las ondas P y Q es mayor en las novillas que en los sementales jóvenes; mientras que para la onda P se alcanzaron mayores valores en los sementales adultos que en las vacas lactantes (Pompa y Col, 2001).

La duración de los componentes electrocardiográficos, al igual que la amplitud, se muestra diferencias ($p < 0.05$) en cuanto a su comportamiento, en los machos y en las hembras. En los primeros se observan variaciones en los intervalos PQ, ST, QT, TQ, PT y RR, que se incrementan hasta determinada edad, existiendo diferencias entre sementales jóvenes y adultos sólo en el intervalo PQ. Las ondas P, T y el complejo QRS, así como el segmento TP no se modifican (Pompa, 2000).

Contrariamente, en las hembras la única onda que no experimenta modificaciones es la T, en vacas lactantes los intervalos ST, TQ, RR se acortan y el segmento TP alcanza un valor inferior, incluso en las terneras. Sin embargo, en las vacas lactantes la duración



de la onda P y del complejo QRS alcanzó el mayor valor. Las diferencias entre uno y otro sexo, para la duración de los distintos componentes de ECG, se manifestaron en todas las categorías, en las novillas el segmento TP y el intervalo TQ fue mayor que en los sementales jóvenes ($p < 0.05$) (Pompa y Col, 2001).

El volumen corporal de los sementales jóvenes, es mayor que el de las novillas, y esto parece ser una de las causas por las cuales entre los primeros existen diferencias para las ondas P y Q, mientras que para las últimas no se manifiestan. No obstante, para la onda R y para la T, las diferencias aparecen tanto en uno como en otro sexo, por lo que deben considerarse variaciones atribuibles a la diferente constitución anatómica de cada sexo y a las diferencias en cuanto a la electro conductividad de los tejidos e intensidad de los potenciales eléctricos generados por el corazón de los machos y de las hembras (Pompa, 2000).

Las variaciones de voltaje de las ondas electrocardiográficas han sido asociadas a hipertrofias y a dilatación cardíaca y a modificaciones de la actividad tiroidea, por lo que el aumento de la onda R en los sementales adultos y en las vacas lactantes con respecto a los animales jóvenes pueden obedecer a estos factores. Por otra parte, se ha afirmado que el grosor de las paredes libres del ventrículo izquierdo y del septum interventricular se incrementa con el avance de la edad. Esto es más notable en las vacas debido a una actividad cardíaca más intensa durante la producción láctea (Arango y Col, 1992).

En el estudio de la Universidad Agraria de La Habana que tuvo como objetivo determinar la morfología y polaridad del complejo QRS del electrocardiograma en el ganado bovino Holstein, en la cual se evaluaron registros electrocardiográficos de 100 animales de diferentes grupos etarios, clínicamente sanos y de distintos sexos; se analizaron 20 derivaciones, 9 bipolares y 11 monopares; los resultados encontrados



fueron 22 formas diferentes del complejo QRS, con mayor frecuencia de aparición de ondas R en todas las derivaciones; se encontró que al colocar el electrodo explorador en la base o el ápice del corazón, la polaridad de las ondas del complejo QRS es muy estable y su morfología presenta muy pocas variaciones (Pompa, 2019a).

En la India se realizó un estudio en 60 vacas cruzadas clínicamente sanas, en mencionado estudio, se dividieron a las vacas en grupos de acuerdo a su edad, teniendo así, un grupo de 2 a 4 años, de 4 a 6 años y de 6 a 8 años. Se registraron electrocardiogramas en una derivación bipolar de base y ápice, teniendo como resultado la amplitud de las ondas P, Q, S, positivas en todos los grupos; onda R, negativa en todos los grupos y la onda T positiva en la mayoría de animales, así mismo, el estudio indicó que los valores de la onda R y la amplitud de las ondas T y el segmento ST eran significativamente más altos en animales mayores que los más jóvenes ($P < 0,05$) (Sudhakara y Sivajothi, 2016).

En la investigación realizada en el Instituto Rajiv Gandhi, analizaron la técnica electrocardiográfica para detectar anomalías cardiacas y alteraciones electrolíticas. Se utilizaron 36 vacas lecheras con edades de 2 a 9 años. El electrocardiograma se obtuvo en una máquina de ECG de un solo canal con una velocidad de papel de 25 mm/seg y una calibración de 10mm igual a 1mV. La onda P fue positiva en todos los casos al igual que la onda T y el complejo QRS fue negativo; también se registró la amplitud de las ondas del ECG y la duración de P, QRS y T y los intervalos de P-R y Q-T. Además, se demostró que la derivación base ápice sería la más adecuada para monitorear el ritmo cardiaco de vacas cruzadas con Jersey (Areshkumar, et al., 2018).

La diferencia entre las vacas lecheras primíparas y multíparas estaba en la amplitud de la onda T. Se concluyó que el sistema de ápice base es un plano adecuado



para monitorear el ritmo cardíaco en vacas Holstein y Einthoven en neonatos. Durante el primer mes de vida, no se observaron diferencias en las ondas P, Q, S y T, en los intervalos PR, QRS y ST y en la orientación del eje en neonatos. Hubo diferencia significativa en la duración del intervalo QT. Entre los sexos, así mismo la diferencia estaba en la amplitud de la onda Q. Este estudio incorporó a los terneros y vacas Holstein en un solo estudio en busca de información de referencia sobre la duración y morfología de los parámetros del ECG. Se demostró que, con el aumento de la edad, hay cambios en los componentes del ECG asociados con variaciones en la distancia entre el electrodo de grabación y el corazón. El estudio contribuye proporcionando valores de referencia de Holstein para evaluaciones clínicas (Cedeno, 2016).

Los animales de la raza Nellores presentó sólo la onda R, y se consideraron normales, es decir, mostrando una despolarización ventricular rápida, se registró para los Nellores, las ondas R con más de la amplitud del plano frontal, lo que hay una influencia de la raza en algunas mediciones, ya que la raza Jersey europea (*Bos taurus taurus*) y las Nellores indias (*Bos taurus indicus*). La amplitud y duración del complejo QRS entre razas se debe a la conformación torácica, por la disposición de electrodos y la distancia al corazón, tampoco se registró la onda Q. Desafortunadamente, no hay mucha literatura sobre el tema para una mejor versión sobre las ondas electrocardiográficas en bovinos (Oliveira, et al., 2008).

En ganado holandés la duración de las ondas QRS en el experimento mediante la técnica de ápice base obtuvo una media de $0,20 \pm 0,02$ s; mínimo de 0,12 y máximo de 0,26 s, el complejo QRS duró en promedio 0,06 segundos (mínimo de 0,04 s y máximo de 0,10 s), en este experimento, la duración media del complejo QRS fue de 0,11 segundos, además registró ondas R ligeramente más bajas en el ganado europeo por el sistema de ápice base (Rezakhani, et al., 2004).



La amplitud de las ondas se modifica con el avance de la edad, pero el comportamiento es diferente entre uno y otro sexo. La amplitud de las ondas R y T es mayor en los terneros (0.83 y 0.38 mV) que en las terneras (0.62 y 0.29 mV) y la de las ondas P y Q es mayor en las novillas (0.13 y 0.09 m) que en los sementales jóvenes (0.10 y 0.02 mV); mientras que para la onda P se alcanzaron mayores valores en los sementales adultos (0.17 mV) que en las vacas lactantes (0.12mV). En la duración también se observaron diferencias entre uno y otro sexo, ya que con el avance de la edad se producen modificaciones en la amplitud de las ondas y en la duración de los componentes del ECG y que el comportamiento es diferente en los animales machos que en las hembras (Pompa, et al.; 2001).

Entre animales adultos y jóvenes, se observó una diferencia significativa en la morfología y duración de las ondas, intervalos y segmentos utilizando el método de ápice base. Esto se puede argumentar porque el grosor de la pared ventricular izquierda y el tabique interventricular se incrementan con el avance de la edad. Entre vacas y novillas, la única diferencia significativa entre los componentes del electrocardiograma fue en la amplitud de onda T. Esto es más notable en las vacas debido a la actividad cardíaca más intensa durante la producción de leche (Grupta, et al., 1978).

En vacas, al realizar la electrocardiografía, los resultados indican una diferencia significativa en la amplitud de las ondas P, R, S y T y la duración de los intervalos complejo PR, ST y QRS. Esta diferencia de valores en duración y amplitud entre los dos métodos es principalmente por el agrandamiento del área cardíaca y por la frecuencia cardíaca, asociada a variaciones en la distancia entre el electrodo de grabación y el corazón y que la duración de todos los componentes ECG, la amplitud y duración de los componentes del ECG no tuvo cambios (Claxton,1988).



Al estudio electrocardiográfico se ha demostrado que, con el aumento de la edad, se producen cambios en la longitud y la morfología en los componentes del ECG, asociados con variaciones en la distancia entre el electrodo de grabación y el corazón. También se vio la diferencia entre el macho y hembra, que está determinada por la constitución fisiológica, humoral y anatómica e histológica de cada sexo, las ondas electrocardiográficas del complejo QRS son muestras de la despolarización de los ventrículos, las ondas R elevadas son indicativos de hipertrofia ventricular que esta debe estar relacionada con los estudios precordiales (Matsui, et al., 1983).



CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de San Pablo, es uno de los ocho distritos de la Provincia de Canchis, ubicada en el Departamento de Cusco, bajo la administración el Gobierno regional del Cuzco. Limita por el norte con el distrito de Checacupe, por el sur con Sicuani, por el este con Nuñoa y por el oeste con San Pedro, Combapata y Yanaoca. Está ubicado a 3,466 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Con una superficie de 524,06 km² cuyas coordenadas geográficas son con una Latitud: **14° 16' 17"**, Longitud: **71° 13' 45" Oeste** (SENAMHI, 2018).

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES

3.2.1. El Equipo de examen clínico

- Estetoscopio.
- Linterna.
- Termómetro Clínico.
- Ficha de recolección de datos.

3.2.2. Equipo electrocardiográfico

- Electrocardiógrafo EDAN SE-1 Single – Channel.
- Papel milimétrico para electrocardiografía.

3.2.3. El Material clínico

- Alcohol.
- Gel.
- Algodón.



- Jabón Carbólico.
- Guantes de exploración.

3.3. DE LOS ANIMALES

Por tratarse de un estudio descriptivo, cuantitativo y analítico, del electrocardiograma en vacas de la raza Fleckvieh, el tamaño muestral fue por conveniencia de 20 vacas que se mostraron clínicamente sanos.

Se utilizaron 20 vacas de la raza Fleckvieh, de los cuales 10 animales fueron vacías y 10 preñadas, comprendidas entre los 3 y los 5 años clínicamente sanos, los cuales fueron distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 6. Distribución de los animales de experimentación.

Animales	Edad		Total
	3 años	5 años	
Vacas preñadas entre los 5 y 6 meses	05	05	10
Vacas vacías (no preñadas)	05	05	10
Total	10	10	20

3.3.1. Evaluación Clínica de los animales

Se realizó la evaluación clínica de los animales, a fin de que estos animales que se sometieron al estudio electrocardiográfico fueron animales clínicamente sanos, para los cual se puso énfasis en los sistemas cardiovascular, respiratorio, digestivo y renal.

3.3.2. Criterios de inclusión

- Animales de la raza Fleckvieh criados en altura
- Edad entre 3 a 5 años.



- **Grupo de animales que se encuentren preñadas**
- **Grupo de animales que se encuentren vacías**
- **Que sean clínicamente sanos**

3.3.3. Criterios de exclusión

- **Animales de la raza Fleckvieh que no sean criados en altura.**
- **Edad que no estén comprendidos entre los 3 y los 5 años**
- **Animales que no sean clínicamente sanos**
- **Animales que sean de otras razas.**

3.4. FASE EXPERIMENTAL

Los animales seleccionados fueron sometidos a las siguientes consideraciones experimentales:

- **Se sujetó al animal en posición de pie inmovilizándolos manualmente, y se ha de esperar por lo menos 25 minutos hasta que el animal se tranquilice.**
- **Se colocó las pinzas eléctricas adaptadas en los pliegues de las axilas y las babillas respectivamente de los 4 miembros.**
- **Se procedió a realizar el humedecimiento de las pinzas en el lugar de contacto mediante el uso del atomizador con alcohol.**
- **Se conectó los terminales de los electrodos del electrocardiógrafo en cada pinza siguiendo el código internacional de colores.**
 - **Electrodo rojo:** Pliegue de la axila de la extremidad anterior derecha.
 - **Electrodo amarillo:** Pliegue de la axila de la extremidad anterior izquierda.
 - **Electrodo verde:** Pliegue de la babilla de la extremidad posterior izquierda.
 - **Electrodo negro** : Pliegue de la babilla de la extremidad posterior derecha.



El electrocardiógrafo estuvo a una velocidad de 25mm/seg. a una sensibilidad de 1mV/10mm. Se comenzó el registro electrocardiográfico en modo manual de las derivaciones DI, DII, DIII, aVL, aVR, aVF; cada una por 6 segundos; seguidamente se soltaron las pinzas y se procedió a liberar al animal terminando con el registro (Pompa y Col, 2001).

3.4.1. Procedimiento de determinación de la frecuencia cardiaca

Para el cálculo de la frecuencia cardiaca se tuvo en cuenta el promedio de las distancias R-R en la derivación II y en la derivación III, en dos ciclos consecutivos (en centésimas de segundos) y procediendo a dividir 1500 entre el número de cuadraditos entre R y R (Montejo, 2006).

3.4.2. Procedimiento de determinación del ritmo cardiaco

Se analizó el ritmo cardiaco normal descartando intervalos R-R asimétricos en más de un 20%, seguidamente se observó detenidamente si a cada complejo QRS le antecedía la onda P, siempre que esto sucedió se precisó la distancia existente entre el comienzo de la onda P y la onda Q. Si este intervalo es uniforme, entonces se procedió a asegurar que el impulso salió del nódulo sino auricular y llegó a los ventrículos (Montejo, 2006).

3.4.3. 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 aVF, se obtuvo la suma neta de los valores, y se determinó el eje cardiaco en el sistema hexaxial.

3.4.4. Medición de las ondas, segmentos e intervalos

Se midieron los parámetros mensurables, en duración y amplitud de las ondas electrocardiográficas. Los accidentes electrocardiográficos mensurables considerados fueron:

- Duración de las ondas P, QRS y T.
- Amplitud de las ondas P, QRS y T.
- Valor de los segmentos PR y ST.
- Valor de los intervalos P-R, Q-T. (Montejo,2006).

Se midió en el trazado, el orden de aparición las ondas:

- Onda P: duración, amplitud.
- Onda QRS: duración y amplitud.
- Segmento PR: duración.
- Intervalo PR: duración.
- Segmento ST: duración.
- Intervalo QT: duración.
- Onda T: duración, amplitud (Montejo, 2006).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el estudio de la determinación de las características electrocardiográficas en vacas de la raza Fleckvieh criados en altura, fue conducido mediante un diseño completo al azar, bajo un arreglo factorial de 2 x 2 (Estado reproductivo y edad), el modelo aditivo lineal fue el siguiente:

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



Donde:

- $I = 02$ (estado reproductivo: gestantes y vacías)
- $J = 02$ (edades de 3 y 5 años)
- μ = promedio general
- A_i = efecto del estado de gestación del animal
- B_j = efecto de la edad del animal
- AB_{ij} = efecto interacción estado de gestación/edad
- E_{ijk} = error experimental

Para el análisis de los parámetros electrocardiográficos se recurrió a las medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (error estándar e intervalo de confianza).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE LA FRECUENCIA, EJE ELÉCTRICO, AMPLITUD Y DURACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROCARDIOGRÁFICAS

Tabla 7. Valores electrocardiográficos de la frecuencia cardiaca y ritmo en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Frecuencia.	Preñada	3	48,600	6.066	44,342	52,858
		5	45,200	3.962	40,942	49,458
Ritmo.	Sinusal y rítmico					
Frecuencia.	Vacía	3	45,800	4.438	41,542	50,058
		5	43,000	2.915	38,742	47,258
Ritmo.	Sinusal y rítmico					

La tabla 7 muestra los valores de la frecuencia cardiaca en vacas de la raza Fleckvieh, mostrando valores ligeramente superiores en las vacas de 3 años en relación a las de 5 años preñadas y no preñadas respectivamente, que llevado al análisis estadístico se observó que existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el estado reproductivo, así mismo se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la edad, pero la intersección estado reproductivo por edad no mostro diferencia significativa ($P \geq 0.05$).

A través del electrocardiograma se determinó la frecuencia cardiaca en un minuto que se realizó en un electrocardiograma realizado a una velocidad de 25 mm/seg. se tomó el promedio de las distancias R-R en la DII derivación estándar y DIII derivación Frontal tal como manifiesta Montejo, 2006; San Román, 2000, y entendiendo que el sistema



nervioso autónomo es el encargado de regular la frecuencia de formación interna de los impulsos, e interviene en la conducción del impulso cardiaco y tiene influencia sobre la contractibilidad cardíaca, tal como lo manifiesta Nelson y Couto, 1999, es por ellos que en los animales más jóvenes comprendidos entre los 3 años ya sea en estado de gestación o no, la frecuencia cardíaca es ligeramente mayor frente a los de 5 años, que estaría relacionado a que el primer marcapaso que es el nódulo sinusal, que tiene la propiedad de producir espontáneamente estímulos eléctricos a mayor frecuencia que otros puntos del miocardio, por lo que gobierna y origina el automatismo cardiaco, que se ve reflejado en la frecuencia cardíaca que son los latidos cardiacos generados en un minuto tal como indica Severin, 1999; Sánchez y Yen, 2003.

Es importante destacar que la edad es un factor importante en las variaciones de los principales valores de la actividad funcional del corazón, es así que en las vacas y toros se muestra variabilidad en los parámetros electrocardiográficos con valores de 83 latidos por minuto y en los toros con 80 latidos, frente a esto se puede mostrar el coeficiente de arritmia en los animales adultos se manifiesta por regla general con tendencia a aumentar y en la vaca lechera no constituye una excepción estando de acuerdo con lo que indica Montejo, 2006, este mismo autor menciona a Antohi, 1995, que en vacas la frecuencia cardíaca es de 61 .62 latidos cardiacos por minuto y así mismo menciona a Edwar, 1993 quien indica que la frecuencia cardíaca esta entre 30 a 50 latidos en vacas adultas, valores menores a los encontrados en el electrocardiograma de las vacas gestantes y no gestantes del trabajo de investigación, esto pueda ser que se deba que los animales en las que se reporta estos valores sean a nivel del mar, a diferencia de los resultados que son en condiciones de altura.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, la electrocardiografía constituyo una técnica sencilla que fue utilizado fácilmente en los

vacunos de la raza Fleckvieh, y los resultados serán utilizados como valores de referencia para las evaluaciones clínicas de las enfermedades cardíacas tal como lo indica GarcíaSacristan,1998, importantes para el diagnóstico de ritmos cardíacos anormales Gloobe,1989, que frente a este hecho el 100% de los animales sometidos a estudio mostraron tener una frecuencia cardíaca rítmica en vista que las complejo QRS le antecede una onda P, el cual indica que el ritmo cardíaco fue sinusal, ya que la excitabilidad se origina en el nódulo sinusal o seno auricular llamado también Keith-Flack, el cual da origen a que el área auricular del corazón se torne electronegativa, mientras la punta del corazón se mantiene electro positiva dando origen a una corriente eléctrica que circula desde el polo negativo al positivo estando de acuerdo con lo que nos manifiesta Guyton y Hall, 2006.

Tabla 8. Valores electrocardiográficos del eje eléctrico en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Eje eléctrico	Preñada	3	101,600	6.949	96,708	106,492
		5	101,000	3.316	96,108	105,892
	Vacía	3	97,200	4.549	92,308	102,092
		5	100,000	5.147	95,108	104,892

El eje eléctrico del corazón se muestra en la tabla 8, donde los resultados que se obtuvieron fueron en todos los casos dirigidos a la izquierda que se encontraron entre 97.2 grados a 101,6 grados, eso indica que el eje eléctrico muestra la dirección de la corriente eléctrica durante la despolarización ventricular en las vacas Fleckvieh criados en condiciones de altura, también se conoce como el eje eléctrico medio del ventrículo, ya que es la expresión vectorial media de la onda de despolarización ventricular estando de acuerdo con lo que indica San Roman,2000. Los datos obtenidos del eje eléctrico del



corazón y llevados al análisis estadístico se muestra tuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el estado reproductivo y para la interacción estado reproductivo y edad.

De acuerdo a los resultados obtenidos es probable que en las vacas mayores, se muestre algunos problemas de conductibilidad de conductividad eléctrica del corazón, sin embargo los animales que se sometieron a estudio fueron vacas entre 3 a 5 años de edad, no siendo vacas muy mayores, esta referencia manifestada por Mendes y Col, 2001, ayuda a reconocer algunos parámetros electrocardiográficos, después del nacimiento y durante el crecimiento inicial de la cría en que se producen aumentos dependientes de la edad en los intervalos electrocardiográficos y cambios en la orientación del eje eléctrico medio, estando de acuerdo con este autor ya que en el estudio se obtuvo diferencia no significativa para la edad en cuanto se refiere al eje eléctrico, esta diferencia no significativa probablemente se debe a las condiciones de crianza en altura de la raza Fleckvieh y la adaptabilidad de los animales en esta zona como es el distrito de Sam Pablo de Sicuani – Cusco.

De lo resultados se deduce que conforme va aumentando la edad la dirección del proceso de despolarización depende de la edad, hay que destacar que el estado reproductivo también hace que haya variación en la dirección del proceso de la conductibilidad eléctrica tal como se obtuvo en este trabajo de investigación, en estudios realizados se demostró que, con el aumento de la edad, hay cambios en los componentes del ECG asociados con variaciones en la distancia entre el electrodo de grabación y el corazón, por lo que contribuye con valores de referencia de vacas Holstein para evaluaciones clínicas tal como lo manifiesta Cedeno, 2016, quien realizo este trabajo a nivel del mar y hay que indicar que la dirección del eje eléctrico obtenida en este trabajo realizado en vacas de la raza Fleckvieh entre 3 y 5 años de edad en gestantes y vacías muestra valores que expresa como una desviación del eje en grados de los seis ejes del

sistema de referencia, tal como indica San Román, 2000, por ello el estudio del electrocardiograma debe ser sistemática y minuciosa.

Tabla 9. Valores electrocardiográficos de la onda P en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
P Seg.	Preñada	3	0,094	0.014	0,081	0,108
		5	0,101	0.013	0,087	0,115
	Vacía	3	0,094	0.014	0,081	0,108
		5	0,096	0.017	0,082	0,110
P mV.	Preñada	3	0,130	0.027	0,094	0,166
		5	0,150	0.050	0,114	0,186
	Vacía	3	0,120	0.027	0,084	0,156
		5	0,140	0.041	0,104	0,176

La tabla 9 muestra los valores hallados para la onda P en los vacunos de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura, estas ondas P representan la contracción auricular que en todos los casos fueron positivos, es decir que las deflexiones fueron positivas, que mostraron valores de 0.120 a 0.150 mV. Así mismo se muestra que el tiempo de duración de las ondas P en segundos fue de 0.094 a 0.101 segundos, que estas vienen a representar los parámetros para la onda P en los animales en estudio; llevado al análisis estadístico los valores de las ondas P, mostró no ser significativos ($P \geq 0.05$) para la variable estado reproductivo, edad de los animales y la intersección estado reproductivo por edad referente a la duración de la onda P en segundos. A diferencia que si se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la variable edad referente a las deflexiones positivas de la Onda P expresada el mV.

De acuerdo a los resultados obtenidos el potencial de acción del tejido miocárdico presenta características diferentes al de las fibras neuronales y esqueléticas. Es resultado de la entrada y salida de cargas iónicas a través de la membrana celular es por el cambio



de polaridad estando de acuerdo con lo que indican Guyton y Hall, 2001, que se inicia en el nódulo sinusal el cual representa la onda P en el electrocardiograma, por lo tanto la electrofisiología cardíaca nace desde la célula miocárdica que produce la despolarización que aumenta la permeabilidad de los canales de sodio, que conlleva a que se cambie la polaridad, siendo positiva intracelularmente y negativa extra celularmente tal como manifiesta Klein y Cunningham, 2010.

Natale, 2007 manifiesta que algunas ondas P pueden ser negativas, por lo que se la considera que puede haber algún patología en el nódulo sinusal, que de acuerdo a los resultados obtenidos en ninguno de los casos se dio esta alteración, y el electrocardiograma es la representación gráfica de los vectores correspondientes a la activación auricular de la onda P, estando de acuerdo con San Román, 2000, que estas ondas onda P se alcanzaron mayores valores en los sementales adultos que en las vacas lactantes tal como manifiesta Pompa y Col, 2001, sin embargo la duración de los componentes electrocardiográficos especialmente de la onda P, al igual que la amplitud, muestra diferencias ($P < 0.05$) en cuanto a su comportamiento, en los machos y en las hembras tal como indica Pompa, 2000, cabe indicar que sin embargo, en las vacas lactantes la duración de la onda P alcanzó el mayor valor de acuerdo a lo indicado por Pompa y Col, 2001, que referente a los valores obtenidos en nuestro trabajo de investigación se obtuvo los mayores valores en las vacas preñadas que en las vacías referente a la deflexiones positivas, por lo que coincidimos con los valores mencionados por Pompa y Col, 2001, de la misma manera menciona Areshkumar, et al., 2018, que las ondas P son todas positivas, lo mismo se halló o se obtuvo en las vacas que se sometieron a la presente investigación, mientras que para la onda P se alcanzaron mayores valores en los sementales adultos (0.17 mV) que en las vacas lactantes (0.12mV), y así mismo en la duración se observaron diferencias entre uno y otro sexo, ya que con el avance de la edad

se producen modificaciones en la amplitud de las ondas y en la duración de los componentes del ECG, tal como lo manifiesta Pompa, et al.; 2001, estando de acuerdo con este autor, en las vacas Fleckvieh también se obtuvo valores muy cercanos en las vacas gestantes.

Tabla 10. Valores electrocardiográficos de complejo QRS en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
QRS complejo en seg.	Preñada	3	0,060	0.028	0,036	0,084
		5	0,104	0.033	0,080	0,128
	Vacía	3	0,088	0.011	0,064	0,112
		5	0,080	0.024	0,056	0,104
Q mV.	Preñada	3	-0,032	0.025	-0,018	-0,082
		5	-0,082	0.073	-0,032	-0,132
	Vacía	3	-0,080	0.057	-0,030	-0,130
		5	-0,140	0.042	-0,090	-0,190
R mV.	Preñada	3	0,650	0.123	0,553	0,747
		5	0,790	0.089	0,693	0,887
	Vacía	3	0,660	0.096	0,563	0,757
		5	0,720	0.098	0,623	0,817
S. mV.	Preñada	3	-0,100	0.061	-0,038	-0,162
		5	-0,120	0.076	-0,058	-0,182
	Vacía	3	-0,100	0.061	-0,038	-0,162
		5	-0,100	0.061	-0,038	-0,162

La tabla 10 expresa los valores electrocardiográficos del complejo QRS expresado en segundos y los valores de las deflexiones Q, R, y S expresada en mV. Que referente a la duración del complejo QRS fue con mayor tiempo de duración en vacas preñadas de 5 años, y el menor tiempo de duración fue en las vacas preñadas de 3 años a diferencia que los valores de las vacas vacías de 3 y 5 años fue homogéneo. Cabe indicar que la onda Q mostraron deflexiones negativas en todos los animales, con valores de -0,032 para las vacas preñadas de 3 años y con valores de -0,140 para las vacas vacías de 5 años. En cuanto se refiere a la onda R mostraron deflexiones positivas, siendo de 0.6 a



0.7 mV para las vacas preñadas y vacías comprendidas entre 3 y 5 años. En las ondas S también se mostraron deflexiones negativas que oscilaron entre -0.10 a -0.12 en las vacas preñadas de 3 a 5 años y de -0.10 para las vacas vacías. Estos datos llevados al análisis estadístico el complejo QRS mostro tener diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el sexo y la interacción estado reproductivo y sexo; referente a la onda Q muestra tener significancia ($P \leq 0.05$) para el estado reproductivo y para la edad, en cuanto a la onda R muestra ser significativo ($P \leq 0.05$) para la edad, y la interacción estado reproductivo por edad; y para la onda S no muestra significancia ($P \geq 0.05$) para el estado reproductivo, la edad y la interacción estado reproductivo por edad.

La utilidad del electrocardiograma en bovinos es clara, los datos clínicos se han de acompañarse de conocimientos del electrocardiograma, estando de acuerdo con Montejo, 2006, puesto que los aspectos a tener en cuenta del complejo QRS son valores que solamente se refiere a la duración en segundos en la interpretación electrocardiográfica tal como lo menciona Radostis, et al, 1994, para luego interpretarlas separadamente las deflexiones de este complejo QRS. Es así que en las vacas Fleckvieh se obtuvo valores en segundos que representan los parámetros en los animales criados en altura, este complejo QRS representa la despolarización y la contracción ventricular derecho e izquierdo, tal como lo menciona Montejo, 2006, en si este complejo representa la despolarización ventricular, es decir, la despolarización en el tabique y ambos ventrículos. Está formado por tres ondas sucesivas, en ellas se valoran la anchura y forma del complejo de acuerdo a lo que indica Montejo, 2006, Castellano y Peres, 2004.

Cabe indicar que no ocurre lo mismo con la altura (amplitud) del complejo QRS, que, aunque puede variar mucho entre los animales, no lo hace el contorno o la forma del complejo, estando de acuerdo con lo que manifiesta Natale, 2007, siendo la onda presente del complejo QRS en las derivaciones estándar, el mismo que representa la propagación



de la excitación que ha alcanzado a ambos ventrículos en su totalidad, eso mismo lo manifiesta Montejo, 2006, este mismo autor indica que la edad es un factor importante en las variaciones del complejo QRS. En las vacas y toros se muestra variabilidad en el complejo siendo de 0.07 a 0.08 seg. Dentro de los parámetros electrocardiográficos, así mismo indica que por regla general hay la presencia de disritmias con tendencia a aumentar conforme aumenta con la edad, pero en la vaca lechera no constituye una excepción, tal como se muestra en los datos obtenidos en el electrocardiograma en las vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

En los datos obtenidos por varios autores y reportado por Montejo 2006, se tiene a Antohi, 1995 con valores de 0.074 seg; Blood, 1983 con valores de 0.088, Meli, 1980 con valores reportados de 0.055 y a Edward, 1993 quien indica valores entre 0.08 a 0.14, datos que son para vacunos en forma general sin especificaciones algunas, de estos valores se deduce que la duración del complejo QRS en las vacas en estudio ligeramente son similares a lo obtenido en esta investigación, de ello se deduce que los indicadores electrocardiográficos en el bovino manifiestan algunos cambios con la edad y existe tendencia a aumentar conforme aumenta la edad de las vacas, estando de acuerdo con lo que manifiesta Montejo, 2006.

De acuerdo al estudio reportado por Pompa y Col, 2001, indica que el complejo QRS en las vacas en lactación es de 0.10 seg. es probable que en estas vacas que están en producción láctea se incremente la duración del complejo QRS, a diferencia que en las vacas que se sometieron a estudio ninguna de ellas supera esta duración, este mismo autor manifiesta que la duración de este complejo muestra diferencias ($P \leq 0.05$) en cuanto a su comportamiento, en los machos y en las hembras, sin embargo, en las vacas lactantes la duración del complejo QRS alcanzó el mayor valor frente a uno y otro sexo, es probable



que en las vacas en estudio criados a condiciones de altura, la duración del complejo QRS no es extremadamente extensa expresada en seg, lo que indica que la contracción ventricular es enérgica en estos animales de la raza Fleckvieh criados en altura.

El estudio del complejo QRS en ganado bovino Holstein, en la cual se evaluaron registros electrocardiográficos de 100 animales, en el complejo QRS, con mayor frecuencia de aparición fue las ondas R en todas las derivaciones, la polaridad de las ondas del complejo QRS es muy estable y su morfología presenta muy pocas variaciones según manifiesta Pompa, 2019^a, estamos de acuerdo con este autor, en vista que el complejo QRS en los animales sometidos a estudio mostraron también ondas R con frecuencia en todas las derivaciones, lo que indica que la fuerza de contracción ventricular (derecha e izquierda) es estable en condiciones de altura.

En cuanto se refiere a la duración del complejo QRS entre razas se debe a la conformación torácica, por la disposición de electrodos y la distancia al corazón tal como manifiesta Oliveira, et al., 2008, desafortunadamente, no hay mucha literatura sobre el tema para una mejor versión sobre las ondas electrocardiográficas en bovinos y mucho menos criados en condiciones de altura, es por ello que los datos obtenidos para la raza Fleckvieh, representa los parámetros para esta especie animal, así mismo en ganado holandés la duración de las ondas QRS obtuvo una media de $0,20 \pm 0,02$ s; mínimo de 0,12 y máximo de 0,26 s, el complejo QRS duró en promedio 0,06 segundos (mínimo de 0,04 s y máximo de 0,10 s), de acuerdo a lo reportado por Rezakhani, et al., 2004, datos que difieren de lo obtenido en las vacas raza Fleckvieh criados en condiciones de altura. Por otra parte en vacas, al realizar la electrocardiografía, los resultados indican una diferencia significativa en la duración del complejo QRS., esta diferencia es probable por el agrandamiento del área cardíaca y por la frecuencia cardíaca, asociada a variaciones en la distancia entre el electrodo de grabación y el corazón de acuerdo a lo manifestado por



Claxton,1988, estamos de acuerdo con este autor ya que las vacas sometidas a estudio muestran mayor conformación torácica y son de doble propósito, y los datos obtenidos del complejo QRS representan los parámetros para esta especie animal criado en altura.

En cuanto se refiere a la deflexión de la onda Q es una deflexión u onda negativa que precede a la onda R, que se produce por la despolarización de la porción apical y del vértice del septo ventricular tal como lo manifiesta Montejo, 2006, y según el estudio realizado por Cedeno, 2016 muestra diferencia significativa en vacunos según el sexos, para la amplitud de la onda Q, este estudio incorporó a los terneros y vacas Holstein en un solo estudio ,se demostró que, con el aumento de la edad, hay cambios en los componentes del ECG, en los animales sometidos a estudio muestra diferencia significativa para la condición estado reproductivo y la edad de las vacas, cabe indicar que en todos los casos se presentó deflexión negativa tal como lo manifiesta Cedeno, 201; Pompa, et al.; 2001.

Referente a la onda R, constituye una deflexión u onda positiva del complejo QRS, por lo que esta onda R es la deflexión más importante y suele ser positiva en la derivación II, que se origina por la difusión del impulso hacia la superficie de ambos ventrículos estando de acuerdo con lo que indica Montejo,2006, este mismo autor manifiesta que en vacas lecheras en las que utilizo el método de Roshchevkii, utilizándose los datos obtenidos en el plano frontal, la onda R se presenta más pequeña que la onda S y que esta última se observa con mayor voltaje en las derivaciones del plano frontal, con valores de 2.0 a 6.0 mV, pero por el método de las derivaciones bipolares y unipolares que se utilizó en el estudio en vacas de la raza Fleckvieh, todos fueros positivos de 0.65 a 0.79 mV. Así mismo Pompa, 2000, indica diferencia para la onda R tanto en uno como en otro sexo, por lo que deben considerarse la constitución anatómica de cada sexo y a las diferencias en cuanto a la electro conductividad de los



tejidos, estando de acuerdo con este autor por que la conformación corporal según sexo es diferente. En el estudio realizado por Sudhakara y Sivajothi, 2016 indicó que los valores de la onda R eran significativamente más altos en animales mayores que los más jóvenes ($P < 0,05$); y Oliveira, et al., 2008 registró para los Nellores, las ondas R con mayor amplitud en el plano frontal, hay una influencia de la raza Jersey europea (*Bos taurus taurus*) y las Nellores indias (*Bos taurus indicus*). se debe a la conformación torácica, por la disposición de electrodos y la distancia al corazón, coincidimos con este autor ya que la conformación en cada raza es diferente, es por ello que los valores obtenidos de la onda R para la raza Fleckvieh lo consideramos como parámetros, cuando estos animales son criados en condiciones de altura.

En cuanto a la onda S, esta muestra una deflexión u onda negativa que sigue a la onda R, que refleja la activación del miocardio en la base de los ventrículos, o de acuerdo a lo manifestado por Natale, 2007, esta onda es importante del complejo QRS en las derivaciones estándar por que representa la propagación de la excitación que ha alcanzado a ambos ventrículos en su totalidad, estando de acuerdo con lo que manifiesta Montejo, 2006, que este mismo autor reporta datos negativos de -7.0 a -12.0 para las vacas en producción láctea, valores muy superiores a los hallados en las vacas del presente estudio que oscilaron entre -0.10 y 0.12, probablemente se deba a que se trabajó en vacas gestantes y vacías pero criados en condiciones de altura.

Tabla 11. Valores electrocardiográficos de la onda T en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Onda T seg.	Preñada	3	0,092	0.030	0,060	0,124
		5	0,084	0.029	0,052	0,116
	Vacía	3	0,080	0.080	0,048	0,112
		5	0,062	0.062	0,030	0,094
Onda T mV	Preñada	3	0,190	0.089	0,107	0,273
		5	0,150	0.071	0,067	0,233
	Vacía	3	0,180	0.103	0,097	0,263
		5	0,140	0.082	0,057	0,223

En la tabla 11 se muestran los valores para la onda T en duración y voltaje, siendo para las vacas preñadas con valores de 0.084 a 0.092 segundos para los 5 y 3 años respectivamente, con datos similares para las vacas vacías, y valores de 0.15 a 0.19 mV para las vacas preñadas de 5 y 3 años respectivamente, con valores más inferiores para las vacas vacías. Llevado al análisis estadístico estos valores muestra que existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la duración en segundos de la onda T para el estado reproductivo y la edad de la vaca, y para el voltaje en mV de la onda T, muestra que hay diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la edad y no existe diferencia significativa para el estado reproductivo de la vaca, de esto se deduce la onda T está influenciada por el factor edad.

Entendiendo que el estímulo de los nervios simpáticos izquierdos produce arritmias de la unión atrio ventricular o arritmias ventriculares, se manifiesta por las alternaciones de la Onda T, tal como lo manifiesta Gunningha, 2009, que caracteriza el proceso de repolarización o recuperación ventricular después de producida la fase de despolarización, tal como instruye Montejo, 2006, asimismo muestra la recuperación



ventricular mediante la onda T y a la recuperación auricular, estando de acuerdo con lo que manifiesta San Román, 2000. Por otra parte, la onda T positiva se muestra en la mayoría de animales, la amplitud de las ondas T eran significativamente más altos en animales mayores que los más jóvenes ($P < 0,05$) tal como reportan Sudhakara y Sivajothi, 2016, estando de acuerdo con estos autores en vista se trabajó con animales adultos preñadas y vacías y las ondas T son las que indican el proceso de repolarización cardiaca.

Cabe indicar que en el estudio realizado por Areshkumar, et al., 2018, muestra que la onda T fue positiva en todos los casos y se registró amplitud de la duración de la onda T, se demostró que la derivación base ápice sería la más adecuada para monitorear el ritmo cardiaco de vacas cruzadas con Jersey; por otra parte Cedeno, 2016, muestra diferencia entre las vacas lecheras primíparas y multíparas donde muestra amplitud de la onda T, concluyendo que el sistema de ápice base es un plano adecuado para monitorear el ritmo cardíaco en vacas Holstein; así mismo la amplitud de la onda T puede deberse porque el grosor de la pared ventricular izquierda y el tabique interventricular, que se incrementan con el avance de la edad, es así que entre vacas y novillas la única diferencia significativa entre los componentes del electrocardiograma fue en la amplitud de onda T. Esto es más notable en las vacas debido a la actividad cardíaca más intensa durante la producción de leche tal como manifiesta Grupta, et al., 1978, estando de acuerdo con estos autores ya que la onda T refleja el estado de repolarización cardiaca que está influenciada por la edad como se muestra en los resultados obtenidos en las vacas de la raza Fleckvieh criadas en condiciones de altura.

4.2. PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS DE LOS INTERVALOS Y SEGMENTOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

Tabla 12. Valores electrocardiográficos del intervalo PR y QT en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Intervalo PR en seg.	Preñada	3	0,204	0.032	0,166	0,242
		5	0,200	0.038	0,162	0,238
	Vacía	3	0,216	0.052	0,178	0,254
		5	0,200	0.038	0,162	0,238
Intervalo QT en seg.	Preñada	3	0,328	0.046	0,293	0,363
		5	0,360	0.042	0,325	0,395
	Vacía	3	0,328	0.027	0,293	0,363
		5	0,332	0.026	0,297	0,367

La tabla 13 muestra los valores para los intervalos PR y QT, esta duración en segundos fue similar para el estado reproductivo y para la edad con valores que oscilan entre 0.20 y 0.16 seg. para el intervalo PR, en cambio para el intervalo QT se mostraron valores entre 0.32 a 0.36 seg. llevado al análisis estadístico estos datos obtenidos en las vacas de la raza Fleckvieh criadas en condiciones de altura. Muestra ser no significativo ($P \geq 0.05$) para las variables estado reproductivo, edad e interacción estado reproductivo por edad,

Entendiendo que el intervalo PR se registra como una línea breve isoelectrónica, tanto positiva como negativa, y se denomina Intervalo PR de acuerdo a lo que manifiesta Natale, 2007, que los valores que obtuvimos en los animales en estudio, consideramos como parámetros electrocardiográficos para los animales de la raza Fleckvieh, sin embargo esta se muestra alargada en los animales muy geriátricos y se muestra muy acortada en taquicardias y en animales muy jóvenes, este intervalo expresa el tiempo que tarda el impulso eléctrico en llegar desde el nódulo de Keith-Flack o nódulo sinusal hasta producir la excitación ventricular. Por lo tanto, corresponde al tiempo que dura la



conducción aurículo – ventricular, estando de acuerdo con lo que indica Montejo, 2006, este autor reporta la duración del intervalo PR por diferentes autores como a Antohi 1995 con 0.171, a Bould, 1983 con valores de 0.208, a Meli, 1980 con valores de 0.11, y Edward, 1993 con valores entre 0.16 y 0.3 seg, hallados en bovinos que expresa en forma general, frente a estos valores se debe mencionar que se encuentran dentro lo las hallados en el presente estudio para las vacas Fleckvieh criadas en condiciones de altura.

Referente al intervalo QT, según lo reportado por Pompa, 2000, observó variaciones el intervalo QT, que se incrementan hasta determinada edad, existiendo diferencias entre sementales jóvenes y adultos; así mismo hubo diferencia significativa en la duración del intervalo QT entre los sexos, ya que este estudio incorporó a los terneros y vacas Holstein en un solo estudio en busca de información de referencia sobre la duración y morfología de los parámetros del ECG. según lo reportado por Cedeno, 2016, estamos de acuerdo con estos autores en vista que este intervalo disminuye cuando se aumenta la frecuencia cardiaca y puede encontrarse incrementada en bradicardias, pero los resultados hallados para los animales en estudio son parámetros para estos animales criados en altura.

Tabla 13. Valores electrocardiográficos del segmento PR y ST en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

Electro- cardiograma	Estado reproductivo	Edad en años	Media	Desvío estándar	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Segmento PR en seg.	Preñada	3	0,068	0.030	0,026	0,110
		5	0,037	0.037	0,005	0,079
	Vacía	3	0,098	0.058	0,057	0,140
		5	0,108	0.046	0,066	0,150
Segmento ST en seg.	Preñada	3	0,172	0.032	0,132	0,212
		5	0,184	0.052	0,144	0,224
	Vacía	3	0,140	0.032	0,100	0,180
		5	0,120	0.047	0,080	0,160

La tabla 13 muestra los valores hallados para el segmento PR y ST en los vacunos de la raza Fleckvieh, criados en condiciones de altura, los valores para el segmento PR para las vacas preñadas son más cortos que para las vacas vacías, y en cuanto al segmento ST se tiene que las vacas preñadas son las que muestran mayor duración que las vacas vacías. Llevado al análisis estadístico estos valores se tiene que para el segmento PR muestra diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la variable estado reproductivo, sin que se muestre diferencia significativa para la variable sexo e interacción estado reproductivo por sexo. E en canto al segmento ST se tiene que hay diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la variable estado reproductivo y la interacción estado reproductivo por sexo.

Que según San Román, 2000, el segmento PR está comprendido en el segmento isoelectrico entre el final de la onda P y el inicio del complejo QRS, que muestra el tiempo que demora en llegar la despolarización desde la contracción auricular hasta el nódulo auriculoventricular, está por lo general es isoelectrica, en vista que no hay información en cuanto a este segmento en vacas no da motivo a mayor discusión, si antes mencionar



que los valores hallados para estos vacunos de la raza Fleckvieh son los parámetros para este segmento ya que estos valores fueron obtenidos de ellos animales criados en altura.

En cuanto se refiere al segmento ST, según los reportes por Sudhakara y Sivajothi, 2016, muestra que este segmento ST es significativamente más altos en animales mayores que los más jóvenes ($P < 0,05$), por lo que debemos indicar que son más cortos en duración en presencia de hipercalcemia y muy prolongados en hipercalcemia, pero hay que recordar que los valores hallados representan los parámetros para los animales que se sometieron a estudio.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: La frecuencia cardiaca fue mayor en vacas preñadas de 3 años con 48.60 y menor en las vacas vacías de 5 años con 43 lpm, siendo estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$) para el estado reproductivo y la edad; todos mostraron ser rítmicos y sinusal; el eje eléctrico en algunos casos fue positivo, siendo las preñadas que mostraron desviación a la derecha y las vacías entre lo normal y la derecha, siendo significativo ($P \leq 0.05$) para el estado reproductivo, la edad y la interacción de estas variables; las ondas P mostraron una duración entre 0.094 a 0.101 seg, y una amplitud de 0.12 a 0.15 mV para las vacas preñadas y vacías, no fue significativo ($P \geq 0.05$) para las variables referente a la duración y fue significativo ($P \leq 0.05$) para el sexo en la amplitud; El complejo QRS fue mayor en vacas preñadas de 5 años con 0.104 seg. y menor en 3 años con 0.060 seg. que fue significativo ($P \leq 0.05$) para la edad y la interacción estado reproductivo y edad; la onda Q fue negativa con valores que oscilan entre 0.032 a 0.140 mV; la onda R fue positiva con valores de 0.65 a 0.79 mV; la onda S fue negativa con valores de 0.10 a 0.12 mV. La onda T mostro una duración mayor en vacas preñadas de 3 años con 0.092 seg, y las vacas vacías con valor menor de 0.06 seg. La amplitud de la onda T fue de mayor en preñadas de 3 años con 0.19 mV y la menor en vacas vacías de 5 años con 0.14 mV.

SEGUNDA: Referente a los intervalos PR fue muy similar en las vacas preñadas y vacías con valores 0.200 a 0.216 seg. mientras que el intervalo QT fue mayor en las vacas preñadas de 5 años con valor de 0.360 seg. y el valor menor fue en las vacas vacías de 5 años con 0.332 seg. en lo que respecta



a los segmentos PR se obtuvo que las vacías preñadas de 5 años obtuvo el menor valor con 0.037 seg. y el mayor valor se encontró en las vacas vacías de 5 años con 0.108 seg. El segmento ST mostro valores muy similares en vacas preñadas y vacías con valores que van desde 0.120 a 0.172 seg.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Evitar que los animales se muevan, durante la toma electrocardiográfica a fin de evitar artefactos en el registro electrocardiográfico.

SEGUNDA: Utilizar los puntos que facilitan en los animales mayores la colocación de los electrodos, situándolos en los pliegues axilares de las cuatro extremidades.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango, C. Oquendo, R. Agudelo, G. Influencia de la altitud en parámetros fisiológicos generales y hemáticos de bovinos Holstein. Universidad Nacional Agraria de Medellín: 1992. 45: 51-60.
- Areshkumar, M., Abiramy A., Vijayalakshmi, P. y Selvi, D.. Analysis of Base Apex Lead Electrocardiographic Technique in Normal Jersey Cross-Bred Dairy Cows. Int.J. Curr.Microbiol. App.Sci, 2018. 7(5), 1772-1776.
- Castellano, C. Peres, M. Electrocardiografía Clínica. España: Elsevier 2004.
- Cedeno D.A.Q., Lourenço M.L.G., Daza C.A.B., Pagnani Filho P. & Chiacchio S.B. Electrocardiogram assessment using the Einthoven and base-apex lead systems in healthy Holstein cows and neonates. Pesquisa Veterinaria Brasileira 36(Supl.1):1-7. Departamento Clínica Veterinaria, Faculda de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Universidad e Estadual Paulista, Distrito de Rubião Junior, Cx. Postal 560, Botucatu, SP. 2016.18618-970, Brasil. E-mail: mege@fmvz.unesp.br
- Claxton, M. S.. Electrocardiographic Evaluation of Arrhythmias in Six Cattle. J. Amer. Vet. Med. Assoc.1988. 40:74-78.
- Coleman MG, Y Robson MC. Am J Vet Res 2005;66: 2005.pp 233-237
- DeRoth, L. Electrocardiographic parameters in normal lactating Holstein cow. Can. Vet. J. 1980. 21: 271-277.
- Di Dio, L. Tratado de Anatomía Sistemica Aplicada. Saó Paulo, Atheneu 2002.
- Ethinger. JS. Tratado de medicina interna veterinaria: enfermedades del perro y el gato. 6ta Edición. Editorial Elsevier. 1989. España.
- Fregin, F. Electrocardiography. Veterinary. Clinical: Equine Practice. 1985. 1:419-432.
- Ganong, W. Fisiología Médica. México: Interamericana- Mc Graw Hill. 2010.
- Garcia-Sacristan, A. Fisiología Veterinaria. Mac Graw-Hill Interamericana España. Garrido RP. 2017. Curso de electrocardiograma 1995. <http://www.galeon.com/medicinadeportiva/CURSOECG.htm>



- Ghita M., Cotor G., Braslasu R., Researches on the variation of the mean electrical axis in dogs depending on the ECG recording position, - Faculty of Veterinary Medicine Bucuresti, Rumania 2007. http://www.usab-tm.ro/vol7MV/69_vol7.pdf
- Gloobe, H. Anatomía Aplicada del Bovino. 1989. Costa rica: IICA/CATIE.
- Gunningha, JC. Fisiología Veterinaria, Elsevier; N°: 4 edición 2009. España.
- Gupta P, Patel C, Patel H, Narayanaswamy S, Malhotra B, Green JT, et al. T(p-e)/QT ratio as an index of arrhythmogenesis. J Electrocardiol; 2008. 41: 567-74.
- Guyton y Hall, Tratado de Fisiología Medica Decimo segunda edición, 2011. Elsevier Saunders
- Hill, W. Anderson, S. Fisiología Animal. España: Editorial mediterráneo 2004.
- Klein, B. Cunningham, J. Fisiología Veterinaria. España: Elsevier 2010.
- Lama Toro, A. Historia de la Medicina. Einthoven. El hombre y su invento. Rev Méd Chile, 2004. 132(1), 260-264.
- Lama Toro, A. Manual de Electrocardiografía Básica. México: Editorial Mediterráneo 2004.
- Marriott, J. Electrocardiografía. España: Madrid interamericana 2002.
- Matsui, K. Sugano, S. Masuyama, I. AMADA, A. Kano, Y. Alterations in the heart rate of Thoroughbred horse, Pony and Holstein cow through pre- and post-natal stages. 1983. Jpn. J. Vet. Sci.
- Mendes, L. Camacho, A. Alves, A. Borges, A. Souza, R. Ferreira, W. Valores Electrocardiográficos Normales para Becerros holandeses. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 2001. v.51, p.35-38
- Montejo, E. Electrocardiografía Veterinaria y Enfermedades Cardiovasculares. Ecuador: Editorial de la Universidad de Cuenca 2006.
- Montoya J, y Naranja, E. Manual de electrocardiografía clínica – 2da Edición– Grupo Asis. 2012.
- Montoya J, y Naranja, E. Medicina cardiovascular de Pequeños Animales. Barcelona, ed. Multimédica, 2007. 603 p



- Moreno, L. Como entender un electrocardiograma. Editorial Madrid Días de Santos. 2000.
- Natale. A. Handbook of Cardiac Electrophysiology. Inglaterra: Informa-Healthcare. 2007.
- Nelson, R. & Couto, C. Manual de Medicina Interna de Pequeños Animales. Madrid. 1999.
- Nelwan SP, Correction of ECG variations caused by body position changes and electrode placement during ST-T monitoring. 2001.
- Oliveira, P.C.L.; Paneto, J.C.C.; Calles Neto, J.F. et al. Estandarización de la técnica de ejecución y parámetros electrocardiográficos normales, en derivaciones periféricas, para bovino indio adulto (*Bos taurus indicus*) de la raza Nellore. Revista Ceres, v.55, n.3. 2008. p.224-230.
- Pardo, C. Extensión agrícola y ganadera. Ficha Técnica M° 2, Raza Simental – Texas Tech University. 2015.
- Pompa A, Evangelina Marrero, O. Fernández and R. González Jan. Comportamiento del electrocardiograma (ECG) en bovinos de la raza Holstein a diferentes edades de uno y de otro sexo Revista de Salud Animal (Vol. 23, Issue 1). Editorial Universitaria de la República de Cuba. 2001.
- Pompa A. N. Variaciones Morfológicas del complejo QRS en bovinos. Universidad Agraria de La Habana (UNAH) "Fructuoso", Carretera Tapaste y Autopista Nacional, Km 23 ½, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 2000.
- Pompa, A. "Comportamiento del electrocardiograma (ECG) en bovinos 297 de la raza Holstein a diferentes edades de uno y de otro sexo". Revista de Salud Animal, 2000. 23(1), 49.
- Pompa, A. Morfología y Polaridad del Complejo QRS del electrocardiograma en el ganado bovino. Revista de Salud Animal, 2019^a. 41(2), 1-9.
- Radostits O, Gay C, Blood D, Hinchcliff K. Medicina Veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9^a ed. Madrid-España. Editorial Mc Graw Hill. 1994. 358p.



- Rezakhani A., Paphan A.A. & Gheisari H.R. Cardiac dysrhythmias in clinically healthy heifers and cows. *Revue Méd. Vét.* 2004. 155:159-162.
- San Román, F. *Canis et Felis: Interpretación de Electrocardiogramas.* México: Luzan, 5ª edición. 2000.
- Sánchez Q, D., y Yen S. H. «Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular». *Revista Española de Cardiología* 2003. 56 1085-1092.
- SENAMHI Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología, registros mensuales de variaciones climatológicas, Perú. 2018.
- Severin, G. *Manual de Cardiología Veterinaria.* Buenos Aires. 1999.
- Soares, J.L.M.F. et al. *Métodos diagnósticos.* Porto Alegre: Artmed, 2002. 1080p.
- Sudhakara, B. y Sivajothi, S. *Electrocardiographic Parameters of Normal Dairy Cows during Different Ages.* *Journal of Veterinary Science & Medicine*, 2016. 4(1), 1-4.
- Tilley, L., Lee, N. *Electrocardiografía práctica en pequeños animales, manual de consulta rápida: Multimedica España.* 2000.
- Torio, R. *MLSGS. Principios básicos de electrocardiografía veterinaria II. Consulta de Medicina Veterinaria;* 1998. (46): p. 59-66.
- Velez, D. *Electrocardiografía práctica.* Marban España. 2006.
- Zendejas, F. *Posibilidades y Limitaciones de la Electrocardiografía Canina.* México: McGraw Hill. 2001.



ANEXOS

ANEXO 1.**Tabla 14.** ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la frecuencia cardiaca en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	31,250	31,250	1,549	0,231
EDAD	1	48,050	48,050	2,382	0,142
VACA * EDAD	1	0,450	0,450	0,022	0,883
Error	16	322,800	20,175		
Total	19	402,550			

Tabla 15. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del eje eléctrico en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	36,450	36,450	1,369	0,259
EDAD	1	6,050	6,050	0,227	0,640
VACA * EDAD	1	14,450	14,450	0,543	0,472
Error	16	426,000	26,625		
Total	19	482,950			

Tabla 16. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda P por segundo en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	2,880E-5	2,880E-5	0,136	0,717
EDAD	1	8,000E-5	8,000E-5	0,379	0,547
VACA * EDAD	1	2,880E-5	2,880E-5	0,136	0,717
Error	16	0,003	,000		
Total	19	0,004			

Tabla 17. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda P por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0001	0,001	0,348	0,564
EDAD	1	0,002	0,002	1,391	0,255
VACA * EDAD	1	0,000	0,000	0,000	1,000
Error	16	0,023	0,001		
Total	19	0,025			

Tabla 18. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del complejo QRS en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	2,000E-5	2,000E-5	0,031	0,863
EDAD	1	0,002	0,002	2,492	0,134
VACA * EDAD	1	0,003	0,003	5,200	0,037
Error	16	0,010	0,001		
Total	19	0,015			

Tabla 19. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda Q por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,014	0,014	5,112	0,038
EDAD	1	0,015	0,015	5,505	0,032
VACA * EDAD	1	0,000	0,000	0,045	0,834
Error	16	0,044	0,003		
Total	19	0,073			



Tabla 20. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda R por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,005	0,005	0,431	0,521
EDAD	1	0,050	0,050	4,790	0,044
VACA * EDAD	1	0,008	0,008	0,766	0,394
Error	16	0,167	0,010		
Total	19	0,229			

Tabla 21. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda S por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,001	0,001	0,118	0,736
EDAD	1	0,000	0,000	0,118	0,736
VACA * EDAD	1	0,001	0,001	0,118	0,736
Error	16	0,068	0,004		
Total	19	0,069			

Tabla 22. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda T por segundos en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,001	0,001	1,279	0,275
EDAD	1	0,001	0,001	0,748	0,400
VACA * EDAD	1	0,000	0,000	0,111	0,744
Error	16	0,018	0,001		
Total	19	0,020			

Tabla 23. ANDEVA de los valores electrocardiográficos de la onda T por mV en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,001	0,001	0,066	0,801
EDAD	1	0,008	0,008	1,049	0,321
VACA * EDAD	1	0,000	0,000	0,000	1,000
Error	16	0,122	0,008		
Total	19	0,131			

Tabla 24. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del intervalo PR en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,000	0,000	0,110	0,745
EDAD	1	0,000	0,000	0,305	0,588
VACA * EDAD	1	0,000	0,000	0,110	0,745
Error	16	0,026	0,002		
Total	19	0,027			

Tabla 25. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del intervalo QT en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,001	0,001	0,731	0,405
EDAD	1	0,002	0,002	1,209	0,288
VACA * EDAD	1	0,001	0,001	0,731	0,405
Error	16	0,021	0,001		
Total	19	0,025			



Tabla 26. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del segmento PR en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,013	0,013	6,658	0,020
EDAD	1	0,001	0,001	0,301	0,591
VACA * EDAD	1	0,002	0,002	1,074	0,316
Error	16	0,031	0,002		
Total	19	0,047			

Tabla 27. ANDEVA de los valores electrocardiográficos del segmento ST en vacas de la raza Fleckvieh criados en condiciones de altura.

F de V	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Sig.
ESTADO REPRODUCTIVO	1	0,012	0,012	6,583	0,021
EDAD	1	8,000	8,000	0,046	0,833
VACA * EDAD	1	0,001	0,001	0,731	0,405
Error	16	0,028	0,002		
Total	19	0,041			



ANEXO 2.

Valores electrocardiográficos obtenidos en vacas.

Estado reproductivo	Edad	Frecuencia cardiaca	Eje eléctrico
PREÑADA	3 AÑOS	52,00	110,00
PREÑADA	3 AÑOS	42,00	95,00
PREÑADA	3 AÑOS	48,00	108,00
PREÑADA	3 AÑOS	57,00	99,00
PREÑADA	3 AÑOS	44,00	96,00
PREÑADA	5 AÑOS	49,00	102,00
PREÑADA	5 AÑOS	47,00	101,00
PREÑADA	5 AÑOS	42,00	106,00
PREÑADA	5 AÑOS	40,00	98,00
PREÑADA	5 AÑOS	48,00	98,00
VACIA	3 AÑOS	47,00	95,00
VACIA	3 AÑOS	49,00	96,00
VACIA	3 AÑOS	47,00	104,00
VACIA	3 AÑOS	38,00	99,00
VACIA	3 AÑOS	48,00	92,00
VACIA	5 AÑOS	45,00	105,00
VACIA	5 AÑOS	41,00	102,00
VACIA	5 AÑOS	46,00	95,00
VACIA	5 AÑOS	39,00	104,00
VACIA	5 AÑOS	44,00	94,00



Estado reproductivo	Edad	Duración onda P	Amplitud onda P	Complejo QRS	Onda Q	Onda R	Onda S
PREÑADA	3 AÑOS	0,100	0,100	0,040	0,050	0,600	0,150
PREÑADA	3 AÑOS	0,080	0,150	0,100	0,050	0,500	0,100
PREÑADA	3 AÑOS	0,080	0,150	0,080	0,000	0,800	0,000
PREÑADA	3 AÑOS	0,112	0,100	0,040	0,010	0,750	0,100
PREÑADA	3 AÑOS	0,100	0,150	0,040	0,050	0,600	0,150
PREÑADA	5 AÑOS	0,100	0,200	0,160	0,010	0,700	0,200
PREÑADA	5 AÑOS	0,112	0,200	0,100	0,000	0,800	0,150
PREÑADA	5 AÑOS	0,100	0,150	0,080	0,150	0,700	0,100
PREÑADA	5 AÑOS	0,112	0,100	0,080	0,100	0,900	0,000
PREÑADA	5 AÑOS	0,080	0,100	0,100	0,150	0,850	0,150
VACIA	3 AÑOS	0,080	0,100	0,080	0,100	0,550	0,100
VACIA	3 AÑOS	0,100	0,100	0,080	0,150	0,600	0,150
VACIA	3 AÑOS	0,080	0,150	0,100	0,100	0,800	0,000
VACIA	3 AÑOS	0,112	0,150	0,080	0,050	0,650	0,150
VACIA	3 AÑOS	0,100	0,100	0,100	0,000	0,700	0,100
VACIA	5 AÑOS	0,080	0,200	0,100	0,100	0,750	0,150
VACIA	5 AÑOS	0,100	0,100	0,080	0,150	0,600	0,000
VACIA	5 AÑOS	0,080	0,100	0,100	0,100	0,750	0,100
VACIA	5 AÑOS	0,100	0,150	0,080	0,200	0,850	0,150
VACIA	5 AÑOS	0,120	0,150	0,040	0,150	0,650	0,100



Estado reproductivo	Edad	Onda T duración	Onda T amplitud	Interval o PR	Interval o QT	Segmento PR	Segmento ST
PREÑADA	3 AÑOS	0,040	0,200	0,200	0,320	0,080	0,180
PREÑADA	3 AÑOS	0,100	0,100	0,180	0,340	0,020	0,200
PREÑADA	3 AÑOS	0,120	0,300	0,200	0,300	0,100	0,200
PREÑADA	3 AÑOS	0,100	0,250	0,180	0,280	0,060	0,160
PREÑADA	3 AÑOS	0,100	0,100	0,260	0,400	0,080	0,120
PREÑADA	5 AÑOS	0,080	0,100	0,200	0,340	0,012	0,200
PREÑADA	5 AÑOS	0,040	0,250	0,260	0,360	0,040	0,160
PREÑADA	5 AÑOS	0,120	0,100	0,180	0,300	0,012	0,180
PREÑADA	5 AÑOS	0,080	0,100	0,200	0,400	0,100	0,260
PREÑADA	5 AÑOS	0,100	0,200	0,160	0,400	0,020	0,120
VACIA	3 AÑOS	0,020	0,200	0,160	0,340	0,012	0,100
VACIA	3 AÑOS	0,080	0,100	0,260	0,360	0,100	0,140
VACIA	3 AÑOS	0,100	0,250	0,280	0,300	0,160	0,120
VACIA	3 AÑOS	0,120	0,050	0,200	0,340	0,140	0,160
VACIA	3 AÑOS	0,080	0,300	0,180	0,300	0,080	0,180
VACIA	5 AÑOS	0,010	0,100	0,180	0,360	0,100	0,120
VACIA	5 AÑOS	0,040	0,050	0,200	0,320	0,160	0,200
VACIA	5 AÑOS	0,080	0,100	0,260	0,320	0,040	0,100
VACIA	5 AÑOS	0,080	0,250	0,200	0,300	0,100	0,100
VACIA	5 AÑOS	0,100	0,200	0,160	0,360	0,140	0,080