

ARTÍCULO ORIGINAL

Parámetros electrocardiográficos del equino criollo de la región del piedemonte llanero

Electrocardiographic parameters of creole equine from piedemonte of plains

CORREDOR- MATUS J.R.¹; BELTRAN- DUARTE D.A.²; BAEZ- CÁRDENAS J.F.²

Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad de los Llanos-

¹Médico Veterinario Zootecnista, MSc, Profesor Asistente Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos² Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos

Recibido: 16/06/2004 • Aceptado: 10/05/2005

R E S U M E N

Con el fin de determinar los parámetros electrocardiográficos normales del equino criollo, de la zona del pie de monte llanero, de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta, 340 equinos, distribuidos entre hembras, gestantes y vacías y machos, castrados y enteros, de diferentes edades, fueron sometidos a examen electrocardiográfico. La determinación y análisis de parámetros solo incluyó a la derivación bipolar D II. A través de los registros ECG se determinó para el total de la población en estudio diferentes parámetros tales como la frecuencia cardíaca, cuyo promedio general fue de 45.11 ± 10.75 lpm. El ritmo cardíaco mostró un patrón sinusal, el eje eléctrico promedio fue de 83.5 ± 73.2 grados, la onda P mostró una deflexión monofásica positiva, en un 75.9% de los casos. La amplitud de las ondas P, Q, R y T, arrojó promedios generales de 0.14 ± 0.06 mV, 0.24 ± 0.16 mV, 0.63 ± 0.31 mV y 0.12 ± 0.29 mV respectivamente.

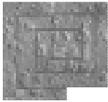
La onda T fue positiva en un 62.6% de los casos. La onda S no fue constante y solo se presentó en el 6% de los animales examinados. La duración promedio de las onda P, onda Q, complejo QRS y onda T fue de 0.06 ± 0.03 s, 0.09 ± 0.12 s, 0.16 ± 0.16 s y 0.1 ± 0.09 s respectivamente. La duración de los segmentos P-Q y S-T encontrados fue de 0.19 ± 0.06 s y 0.29 ± 0.07 s en su orden y la duración de los intervalos P-Q y R-R, fueron de 0.22 ± 0.04 s y de 1.45 ± 0.25 s. Con las anteriores descripciones de parámetros del electrocardiograma equino, se han dado aproximaciones de su comportamiento en la región del pie de monte llanero, en animales criollos, que podrían ser considerados como normales tanto para los diferentes grupos establecidos, como para el total de la población estudiada en el presente trabajo.

Palabras clave: electrocardiografía, caballo criollo.

A B S T R A C T

The aim of this work was to determine the normal electrocardiography parameters of native horses located in the Pie de Monte Llanero region, that included Arauca, Casanare and Meta Departments from Colombia. For this purpose, 340 animals distributed between stallion and gelding males, pregnant and no pregnant females, of different ages were accomplished to electrocardiographically exam. Analysis only included bipolar DII derivation. With the ECG records of total animals, different parameters were determined, like this: Heart rate, which general mean was 45.11 ± 10.75 bpm. Sinusal rhythm was

the constant in all records and the Electric axe mean was of 83.5 ± 73.2 grades. 75.9% of the P wave showed positive monophasic curve. P, Q, R, and T waves amplitude showed general means of 0.14 ± 0.06 mV, 0.24 ± 0.16 mV, 0.63 ± 0.31 mV and 0.12 ± 0.29 mV, in this order. 62.6% of the T wave was positive. Only 6% of the records showed S wave. The duration of the P, Q, QRS and T waves had a general mean of the 0.06 ± 0.03 s, 0.09 ± 0.12 s, 0.16 ± 0.16 s and 0.1 ± 0.09 s respectively. P-Q and S-T segments had duration of the 0.19 ± 0.06 s and 0.29 ± 0.07 s in this order and the P-Q and R-R intervals duration was



of 0.22 ± 0.04 s and 1.45 ± 0.25 s respectively. With these parameters of equine electrocardiography, we have done any advance about of its behavior in this zone of our country and in native horse, which

could be considered as normal, both for different groups studied and for whole of population included in this study.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el equino es una herramienta de trabajo y deporte, utilizado en faenas de vaquería, carga, tracción y en deportes como el coleo, equitación, carreras y polo. De allí, la gran importancia y atracción que tiene esta especie en las ferias de exposición en donde los caballos de exhibición como el paso fino colombiano, el trochero y otros andares, son de gran acogida por el público. Nuestro país está dividido en cinco regiones geográficas claramente diferenciadas por su topografía, condiciones climáticas y cultura entre otros aspectos. Este hecho, hace que el comportamiento fisiológico de las especies animales que habitan estas zonas difieran entre sí, en una forma no siempre claramente establecida. En la región andina del país, que es la más densamente poblada y tecnificada, el comportamiento fisiológico de aspectos como el funcionamiento cardiovascular y hemodinámico de los equinos, bovinos y caninos ha sido estudiada ampliamente (Arango y Col., 1990; Velásquez, 1992; Duque, 1995; Velásquez y Rico, 1995; Cancino, 1997; Gonzalez y Masso, 1997; Altuna y Olarte, 1998; Corredor y Col., 2001), no ocurriendo la misma situación para las especies que habitan la región de los llanos orientales y de su pie

de monte. En el examen clínico del paciente es necesario consignar todos los hallazgos que se observen en el animal, incluyendo las ayudas diagnósticas. Entre estas, es cada vez más frecuente en el estudio de patologías cardiovasculares, el recurrir al electrocardiograma, como herramienta básica para el diagnóstico de este tipo de disfunciones, recurso que se utiliza cada vez con mayor frecuencia en pequeños animales. Sin embargo su uso en grandes animales como en los equinos es muy bajo, entre otras razones por el escaso conocimiento que se tiene de su comportamiento normal en ésta especie y en particular en esta región del país. Por las anteriores consideraciones, decidimos adelantar un estudio que permitiera establecer el comportamiento de los parámetros electrocardiográficos de la especie equina criolla, medidos a partir de la derivación bipolar DII, en esta región del país, en diferentes estados fisiológicos, dada la importancia que ésta tiene en la zona y en la cultura de sus habitantes, de manera que los clínicos veterinarios tengan herramientas válidas para establecer el estado fisiológico o patológico del sistema cardiovascular equino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió la región de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta, incluyendo en ellas las principales ciudades y poblaciones localizadas en el pie de monte llanero. La humedad relativa promedio de las tres zonas es de 80.6 %, precipita-

ción de 1810 mm/año, temperatura de 26.7°C y altitud de 366.3 msnm. Se examinaron por electrocardiografía un total de 340 equinos criollos colombianos. Estos se dividieron de acuerdo a su estado fisiológico como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. - Distribución de los animales experimentales según su estado fisiológico

GRUPO	ESTADO FISIOLÓGICO
1	Hembras vacías menores de 5 años
2	Hembras en gestación menores de 5 años
3	Hembras vacías entre 5 – 10 años
4	Hembras en gestación entre 5 – 10 años
5	Machos enteros menores de 5 años
6	Machos castrados menores de 5 años
7	Machos enteros entre 5 – 10 años
8	Machos castrados entre 5 – 10 años



La edad de los animales se obtuvo a partir de los registros de las explotaciones que los llevan o en su defecto por la edad dentaria. La gestación se determinó de la información plasmada en los registros.

El registro electrocardiográfico se realizó utilizando la técnica descrita por Deroth (1980), con los animales en estación, sin herrar, con cascos secos y limpios y apoyados sobre un tapete aislante, con los miembros en posición paralela. Las derivaciones se conectaron al animal por medio de electrodos de pinza sobre el pliegue de la piel, previa limpieza y desengrase de la misma y humectándola con solución salina. Los electrodos se colocaron así: Miembro torácico derecho

(RA, del ingles right arm), 10 cm distantes del olécranon; miembro torácico izquierdo (LA, del ingles left arm), 10 cm distante del olécranon; miembro pelviano derecho (RL, del ingles right leg), 5 cm proximal al tarso; miembro pelviano izquierdo (LL, del ingles left leg), 5 cm proximal al tarso. La figura 1, ilustra la posición que ocuparon los electrodos en cada uno de los ejemplares registrados. Todos los registros se realizaron estando el animal en completo reposo y sin previo ejercicio. Se utilizó un electrocardiógrafo portátil Burdick EK 10 con papel termo sensible 007958, calibrado así: MX1, TX1, Velocidad de papel 25 mm/seg.

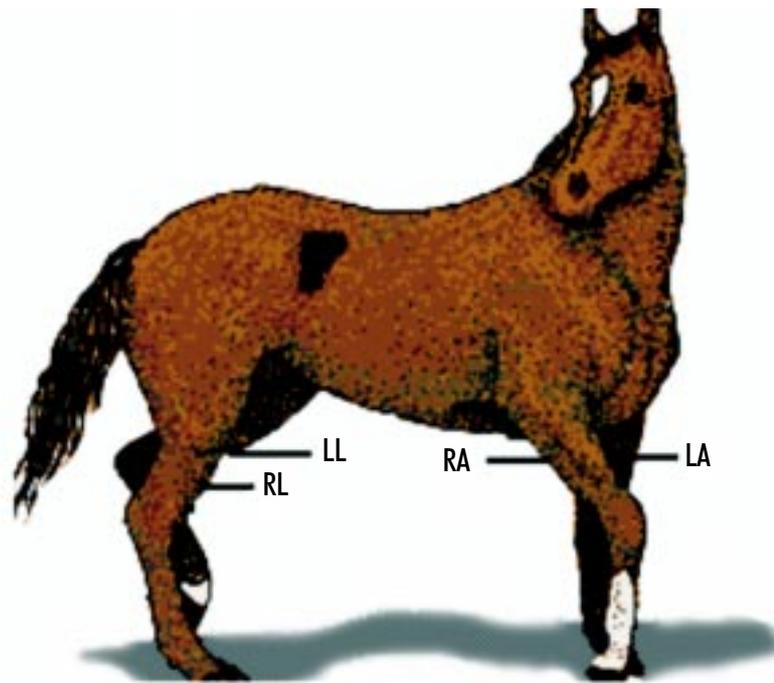


Figura 1.- Posición de los electrodos que conectan el ejemplar con el electrocardiógrafo. RA, miembro torácico derecho; LA, miembro torácico izquierdo; RL, miembro pelviano derecho; LL, miembro pelviano izquierdo.

Los electrocardiogramas obtenidos fueron analizados describiendo el comportamiento de las ondas, segmentos e intervalos por grupos de las derivaciones DI, DII, DIII, aVR, aVF, y aVL. La derivación base-ápice no se efectuó en razón a la dificultad que presentó el equipo utilizado para obtener registros claros de esta derivación. En este reporte se describen únicamente los parámetros correspondientes a la derivación DII. Los parámetros que se analizaron fueron: Ritmo, frecuencia cardíaca, eje eléctrico (utilizando los valores de los complejos QRS de las derivaciones DI y aVF, de acuerdo con el método descrito por Goddwin y

Lombard (1990), en donde se miden milimétricamente las ondas del complejo, con valores negativos los correspondientes a las ondas Q y S y valores positivos, los correspondientes a las ondas R. También se midió la duración (seg) y amplitud (mV) de ondas, segmentos e intervalos.

A los datos se les realizó una estadística descriptiva por grupos y de la población general y se hicieron comparaciones entre ellos para determinar diferencias. El nivel de significancia se fijó en 0.05.



INTRODUCCIÓN

Al analizar los 340 electrocardiogramas que se obtuvieron en éste estudio se tuvieron en cuenta los parámetros de frecuencia cardiaca, ritmo cardiaco, eje eléctrico, medidas de amplitud y duración de las diferentes ondas del trazado y medidas de duración

de los segmentos e intervalos correspondientes a la derivación DII, en los diferentes grupos estudiados. La figura 2 muestra un típico ECG en DII de uno de los ejemplares muestreados, en donde se aprecia cada uno de los componentes.

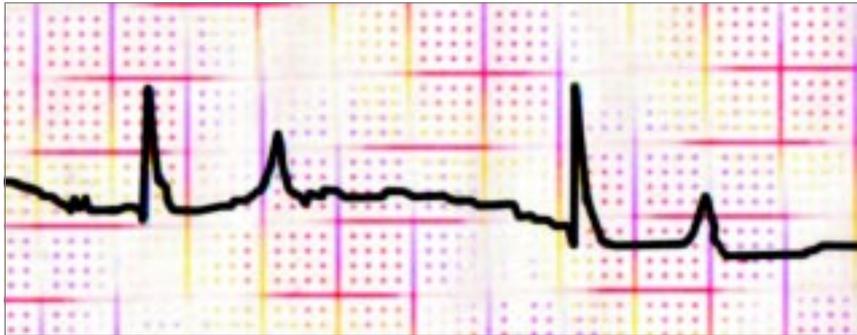


Figura 2.- Electrocardiograma de ejemplar equino en derivación DII, base de los parámetros analizados en este estudio

En cuanto a la frecuencia cardiaca, la tabla 2 muestra la información por grupos de estudio, en donde se puede apreciar que este parámetro fluctuó entre 30.53 y 69.25 lpm. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0.05$), entre las hembras

gestantes menores de 5 años y las hembras vacías entre 6 a 10 años, las cuales registraron las frecuencias más bajas. Entre los demás grupos, no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 2.- Frecuencia cardiaca de equinos de acuerdo con su estado fisiológico extractado a partir del electrocardiograma

GRUPO	Edad (años)	Promedio \pm DS (ppm)
Hembras gestantes	<5	69.25 \pm 13.04
Hembras vacías	<5	51.4 \pm 12.2
Hembras gestantes	5 – 10	41.3 \pm 12.3
Hembras vacías	5 – 10	30.53 \pm 6.9
Machos castrados	< 5	42.63 \pm 8.7
Machos enteros	< 5	48.75 \pm 11.1
Machos castrados	5 – 10	37.58 \pm 7.9
Machos enteros	5 – 10	39.43 \pm 13.7

Al entrar en detalle sobre los registros electrocardiográficos, se encontró en el 100 % de los casos un ritmo sinusal, con una constancia en tiempo muy regular del segmento P-Q en todos los grupos. El eje eléctrico se determinó con la ayuda de las derivaciones DI y aVF como se describió en la metodología. Los rangos encontrados muestran una

amplia variación en todos los grupos, situación que podemos observar en la tabla 3, en donde se aprecia valores que indican una desviación a la izquierda, como en el caso de hembras gestantes entre 5 y 10 años de edad, que contrasta con valores que indican una desviación a la derecha, para el caso de machos enteros mayores de cinco años de edad.

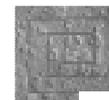


Tabla 3. Parámetros de eje eléctrico de equinos en diferentes condiciones fisiológicas, calculado a partir de las derivaciones DI y aVF del ECG

GRUPO	Edad (años)	Promedio \pm DS (Grados)
Hembras vacías	<5	107.5 \pm 76.9
Hembras gestantes	5 – 10	-27.5 \pm 49.7
Hembras vacías	5 – 10	76 \pm 66.01
Machos castrados	< 5	120 \pm 69.3
Machos enteros	< 5	113 \pm 66.01
Machos castrados	5 – 10	91 \pm 73.4
Machos enteros	5 – 10	147.5 \pm 45.3

Al comparar los resultados entre los diferentes grupos en estudio, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los machos enteros mayores de 6

años y hembras gestantes en el mismo rango de edad. Entre los demás grupos no se encontraron diferencias significativas.

PATRONES DE MEDICIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAMA EQUINO

La onda P en el 75.86% de los casos presentó una deflexión monofásica positiva. La Amplitud promedio de esta onda en todos los grupos fue de 0.14 ± 0.06 mV, siendo los machos castrados quienes registraron los mayores valores, tal y como se puede apreciar en la tabla 4. La comparación entre grupos no arrojó diferencias significativas.

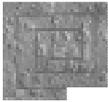
La morfología de la onda Q fue esencialmente monofásica negativa como en otras especies mamíferas. La amplitud de esta onda fluctuó entre $0.1 - 0.45$ mV, como se registra en la tabla 4, en donde las

hembras vacías menores de 5 años mostraron el mayor valor. Se aprecia también una amplitud muy baja para los machos castrados menores de cinco años.

La onda R se constituyó en la primera deflexión positiva del complejo QRS mostrando amplitudes que fluctuaron entre $0.35 - 1.15$ mV dentro de los grupos estudiados, siendo los machos castrados entre 6 – 10 años quienes presentaron los mayores valores, de acuerdo a lo observado en la tabla 4. Las hembras vacías menores de cinco años, registraron los valores más bajos.

Tabla 4. Parámetros de amplitud (mV) de ondas del ECG equino en diferentes estados fisiológicos

GRUPO	Edad (años)	Onda P (mV)	Onda Q (mV)	Onda R (mV)	Onda T (mV)
Hembras gestantes	<5	0.15 ± 0.09	0.3 ± 0.18	0.6 ± 0.36	0.2 ± 0.27
Hembras vacías	<5	0.1 ± 0.04	0.45 ± 0.15	0.35 ± 0.4	0.45 ± 0.24
Hembras gestantes	5 – 10	0.1 ± 0.04	0.2 ± 0.15	0.4 ± 0.28	-0.3 ± 0.14
Hembras vacías	5 – 10	0.1 ± 0.05	0.2 ± 0.11	0.55 ± 0.3	-0.3 ± 0.34
Machos castrados	< 5	0.3 ± 0.08	0.1 ± 0.25	0.7 ± 0.35	-0.3 ± 0.49
Machos enteros	< 5	0.1 ± 0.05	0.2 ± 0.2	0.6 ± 0.4	0.45 ± 0.03
Machos castrados	5 – 10	0.15 ± 0.07	0.15 ± 0.16	1.15 ± 0.38	0.45 ± 0.4
Machos enteros	5 – 10	0.1 ± 0.06	0.3 ± 0.09	0.7 ± 0.43	0.3 ± 0.44



En cuanto a la onda S del complejo QRS, ésta no fue constante y sólo se presentó en el 5.88 % de la población en estudio. Como se sabe, las ondas del ECG, son la representación de un vector sobre el plano correspondiente. Es probable, dadas las características morfológicas de la especie en estudio, que este vector tienda a ser vertical sobre el plano de la derivación DII, dada su baja ocurrencia. Sin embargo, sería necesario profundizar en su estudio, para una explicación más concreta.

La onda T presentó las máximas amplitudes en machos enteros menores de cinco años y castrados mayores de seis, al igual que en las hembras vacías menores de cinco años, con valores similares (Tabla 4). La misma tabla nos deja ver el registro de valores de

amplitud negativos para ésta onda en tres grupos de animales, que al compararlos con los anteriores, mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$).

En lo que tiene que ver con los parámetros de duración (seg), en el caso de la onda P, el mayor valor se encontró en machos castrados de 6 a 10 años (Tabla 5), sin que se hubieran presentado diferencias significativas entre grupos.

La duración del complejo QRS en su conjunto mostró resultados diversos, como lo podemos apreciar en la tabla 5. Nótese que el complejo QRS más rápido se presentó en machos enteros menores de 5 años y en hembras tanto gestantes como vacías con edades comprendidas entre los 6 y los 10 años de edad.

Tabla 5. Parámetros de duración (seg) de las ondas del ECG equino en diferentes estados fisiológicos

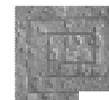
GRUPO	Edad (años)	Onda P (seg)	Onda Q (seg)	Complejo QRS (seg)	Onda T (seg)
Hembras gestantes	<5	0.06 ± 0.03	0.22 ± 0.1	0.28 ± 0.13	0.06 ± 0.05
Hembras vacías	<5	0.08 ± 0.03	0.1 ± 0.3	0.16 ± 0.32	0.1 ± 0.09
Hembras gestantes	5 – 10	0.06 ± 0.03	0.04 ± 0.01	0.1 ± 0.3	0.06 ± 0.04
Hembras vacías	5 – 10	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.09	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.03
Machos castrados	< 5	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.08	0.12 ± 0.13	0.12 ± 0.04
Machos enteros	< 5	0.04 ± 0.03	0.03 ± 0.1	0.09 ± 0.03	0.1 ± 0.03
Machos castrados	5 – 10	0.1 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.12 ± 0.03	0.12 ± 0.05
Machos enteros	5 – 10	0.08 ± 0.02	0.22 ± 0.25	0.28 ± 0.26	0.1 ± 0.08

Respecto a la duración de la onda T, los valores encontrados son muy similares en los diferentes grupos, que no mostraron diferencias significativas entre sí. Los valores encontrados de duración de segmentos e intervalos en los diferentes grupos de estudio, apare-

cen reportados en la tabla 6. En cuanto al segmento P-Q, las hembras vacías mayores de seis años, registraron la mayor duración, mientras que los machos enteros menores de 5 años, tuvieron el registro más rápido.

Tabla 6. Parámetros de duración (seg) de los segmentos e intervalos del ECG equino en diferentes estados fisiológicos

GRUPO	Edad (años)	Segmento P-Q	Segmento S-T	Intervalo P-Q	Intervalo R-R
Hembras gestantes	<5	0.16 ± 0.05	0.18 ± 0.08	0.24 ± 0.04	0.9 ± 0.29
Hembras vacías	<5	0.12 ± 0.05	0.32 ± 0.07	0.2 ± 0.03	1.2 ± 0.27
Hembras gestantes	5 – 10	0.26 ± 0.05	0.36 ± 0.06	0.22 ± 0.03	1.52 ± 0.2
Hembras vacías	5 – 10	0.29 ± 0.06	0.38 ± 0.06	0.26 ± 0.07	1.98 ± 0.27
Machos castrados	< 5	0.16 ± 0.06	0.26 ± 0.08	0.2 ± 0.02	1.57 ± 0.32
Machos enteros	< 5	0.12 ± 0.09	0.2 ± 0.07	0.18 ± 0.04	1.3 ± 0.3
Machos castrados	5 – 10	0.2 ± 0.06	0.28 ± 0.06	0.28 ± 0.06	1.6 ± 0.26
Machos enteros	5 – 10	0.18 ± 0.08	0.3 ± 0.06	0.2 ± 0.03	1.52 ± 0.03



Las hembras gestantes menores de cinco años registraron el menor valor para el segmento S-T, evento que concuerda con el hecho de que fue el grupo que registró las frecuencias cardiacas mas elevadas. Al hacer la comparación entre grupos, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre este y el de hembras vacías de 6 – 10 años de edad.

Para el intervalo P-Q, que hace referencia al tiempo transcurrido entre el inicio de la despolarización auricular y su contraparte ventricular, los valores encontrados mostraron valores rápidos para machos enteros menores de cinco años y lentos para los machos castrados mayores de cinco años, como lo muestra la

tabla 6. Al hacer la comparación entre grupos no se encontraron diferencias significativas.

El intervalo R-R, mide la duración de un ciclo cardiaco. El registro más corto encontrado correspondió al grupo de hembras gestantes menores de cinco años y el más prolongado para hembras vacías mayores de seis años. Estos dos grupos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$), lo cual concuerda con lo mencionado respecto al segmento P-Q, en el sentido de que el registro mas lento correspondió a los animales mas viejos y en etapa no productiva, en los que la frecuencia cardiaca registró los valores mas bajos.

DISCUSIÓN

Se ha determinado por primera vez en la zona del pie de monte llanero, abarcando los tres departamentos principales de la región, parámetros de ECG en equinos criollos. Los valores de frecuencia cardiaca encontrados acá fueron superiores en todos los grupos a los reportados por Duque (1995), en estudios realizados en la sabana de Bogotá y de los reportados por Reed y Bayly (1998). La tabla 2 dejó ver que las hembras gestantes menores de 5 años registraron los valores más altos, posiblemente debido a su juventud y a su estado fisiológico, en el que su metabolismo se encuentra incrementado. Las condiciones medioambientales de la zona de estudio, sin duda, son factores adicionales que ejercen un efecto notorio en éste parámetro.

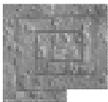
En cuanto al ritmo predominante en los registros estudiados, su presencia fue de tipo sinusal. Lo anterior es consistente con lo observado en otros mamíferos incluido el hombre, en donde dada su similitud en el sistema de conducción, la morfología cardiaca y funcionamiento general, los ritmos normales son siempre de este tipo (Callan y Col, 1992; Swenson y Reece, 1999; Guyton, 2000; Randall y Col., 2002).

El eje eléctrico es un parámetro electrocardiográfico importante que informa de la dirección que toma el vector promedio único de despolarización ventricular dentro de la cavidad torácica (Guyton, 2000; Randall y Col., 2002). La tabla 3, nos dejó ver los valores encontrados en los diferentes grupos estudiados. Al comparar estos resultados con los reportados por Duque (1995) y Reed y Bayly (1998), se observa que los valores de este estudio son superiores para el grupo de hembras vacías menores de 5 años, machos castrados y enteros menores de cinco años y machos enteros mayores de 6 años, situación que podría ex-

plicarse por las variaciones morfológicas, tales como la alzada y la capacidad de la cavidad torácica, que permitirían un mayor movimiento pendular del corazón. En el caso de las hembras gestantes mayores de 6 años que presentaron tendencia a una desviación hacia la izquierda, podría pensarse que a medida que la gestación avanza y las vísceras abdominales son presionadas hacia la cavidad torácica, obligan así mismo al corazón a desviarse ligeramente hacia la izquierda

La onda P es la primera deflexión positiva (no en todos los casos) del ECG equino. Los valores encontrados son menores a los reportados por Jack y Glawischnig (1976), Duque (1995) y Reed y Bayly (1998). Las diferencias de raza y las condiciones ambientales, de alimentación y manejo, pueden ser las posibles causas de estas diferencias. Es importante anotar que la condición climática, de tipo húmedo tropical, predominante en la región de estudio, puede jugar un rol importante en los registros electrocardiográficos, ya que estos dependen de la actividad eléctrica de las células cardiacas y por lo tanto de los gradientes iónicos de los compartimientos extracelulares (Randall y Col., 2002; Dibartola, 2002.). Los ajustes fisiológicos que el animal debe hacer para mantener la homeostasis electrolítica y de osmolaridad, implican modificaciones de los compartimientos electrolíticos, que en su mayoría son controlados por los mineral corticoides adrenales, situación que al producirse, podrían modificar el registro electrocardiográfico.

La onda Q, es la primera deflexión negativa del complejo QRS. En este estudio, las hembras vacías menores de 5 años mostraron el mayor valor (Tabla 4). No tenemos una explicación clara sobre este compor-



tamiento, dado que las hembras en esta misma condición fisiológica pero mayores de 5 años tuvieron una deflexión mucho menor. A pesar de esta observación, el tratamiento estadístico no arrojó diferencias significativas entre grupos. Los valores de amplitud para esta onda reportados por Jack y Glawischnig (1976), se encuentran dentro del rango encontrado por nosotros.

La onda R es la primera deflexión positiva del complejo QRS. Los machos castrados mayores de 5 años presentaron las deflexiones más altas (tabla 4). La diferencia en este grupo poblacional con respecto a los otros en estudio, esta en no contar con la estimulación hormonal androgénica. No sabemos si éste hecho podría tener algún efecto en el resultado obtenido, dado que en los machos castrados menores de 5 años la amplitud de esta onda fue de 0.7 mV. Igual valor se obtuvo con los enteros de la misma edad. La edad, al parecer podría jugar algún papel que no conocemos. En el caso de las hembras vacías menores de cinco años, las consideraciones fisiológicas a tener en cuenta, pueden ser similares a lo discutido con respecto a la onda P.

La onda T presentó valores elevados en tres de los grupos en estudio (Tabla 4). El diverso estado fisiológico de estos tres grupos de animales, no permiten sacar conclusiones específicas sobre su comportamiento, pero dejan ver la aparente coincidencia de valores mas elevados en machos que en hembras. Duque (1995), reportó valores de amplitud de onda T promedio de 0.2 mV, en estudio realizado en la sabana de Bogotá, resultados que están por debajo de los encontrados por nosotros. Es probable que las condiciones ambientales, raza de animales estudiados, aspectos nutricionales, entre otros, puedan estar afectando los hallazgos encontrados. Por otro lado Jack y Glawischnig (1976), encontraron amplitudes de onda T entre -0.83 y 0.58 mV, que se acercan más a los encontrados por nosotros, para el grupo de mayor amplitud.

En los parámetros de duración (seg), de la onda P, el mayor valor se encontró en machos castrados de 6 a 10 años (Tabla 5), que corresponden a su vez a una frecuencia cardiaca de valores medios, lo cual no permite, con la información disponible, obtener análisis concluyentes.

El complejo QRS más rápido se presentó en machos enteros menores de 5 años. Parece que la edad juega un papel importante, aunque no podemos determinar con precisión cuál es. Las hembras gestantes y vacías con edades entre 6 y 10 años, también presentaron valores elevados. De lo anterior se puede decir, que el estado hormonal propio de la gestación no parece in-

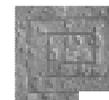
fluir en éste parámetro, como sí podría hacerlo la edad. Efecto contrario ocurre con las hembras gestantes menores de 5 años, las cuales presentaron el complejo QRS de mayor duración, casi doblando el valor registrado en hembras vacías de edades similares. Aquí si pareciera verse un efecto del estado hormonal de estos animales, que de alguna manera están influenciando la actividad eléctrica del corazón. Habría que profundizar en los estudios para determinar cuál de las hormonas influyentes en este estado fisiológico, podrían afectar el funcionamiento cardiaco. Por otro lado, si observamos el comportamiento de la frecuencia cardiaca, vemos que las hembras de esta edad fueron las que presentaron los mayores valores, lo cual hace pensar que las hormonas que afectan al corazón durante la gestación, lo hacen en diferentes sectores del sistema de conducción eléctrico. En todos los casos al hacer las respectivas comparaciones entre los diferentes grupos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Al analizar el valor del complejo QRS reportado por Jack y Glawischnig (1976), de 0.08 a 0.16 seg y de Reed y Bayly (1998), de 0.14 seg. en el conjunto de la población estudiada, se observa que nuestros resultados aparecen con valores tanto por debajo como por encima de estos, lo cual podría ser considerado como coincidente, lógicamente teniendo en cuenta los factores de variación a que nos hemos referido anteriormente.

En cuanto a la duración de la onda T, tabla 5 nos deja ver que las hembras gestantes, en los dos grupos de edad tuvieron la duración mas corta. Probablemente su condición fisiológica pueda estar influenciando este comportamiento.

El segmento P-Q, es un parámetro que nos informa de la duración que toma el viaje del impulso eléctrico entre el nodo seno auricular y el nodo auriculoventricular. Las hembras vacías mayores de 5 años tuvieron el registro mas largo. Como se dijo anteriormente este grupo presentó la frecuencia cardiaca más baja. Lo anterior podría explicarse teniendo en cuenta que su gasto cardiaco es menos exigente, dada su condición fisiológica y edad. En general, los valores encontrados difieren con los reportados por la literatura (Jack y Glawischnig 1976; Reed y Bayly 1998), a excepción de los machos castrados menores de 5 años, cuyos valores concuerdan con los de Duque (1995). Las razones de las diferencias, como se ha dicho anteriormente, deben verse influenciadas por las condiciones ambientales, tipo de animales, manejo, entre otras.

En cuanto al segmento S-T, el grupo que registró las frecuencias cardiacas mas elevadas, presentó el re-



gistro más rápido, que como se mencionó en los resultados, correspondió a las hembras gestantes menores de cinco años. Desde el punto de vista fisiológico, esto es perfectamente explicable, dado sus requerimientos en aumento con el avance de la gestación (Cunningham, 1994; Randall y Col., 2002). Lo anterior contrasta con el registro del segmento más lento, que correspondió a hembras vacías mayores de seis años de edad, que dada su condición tienen requerimientos metabólicos menores, por lo tanto menor gasto cardíaco, que lleva a una menor frecuencia cardíaca y éste hecho a un segmento S-T más prolongado.

Los valores encontrados para el intervalo P-Q, mostraron que en todos los grupos, los datos se encuentran por debajo de los reportados por Reed y Bayly (1998). Una de las posibles razones para esta diferencia es el hecho de que al momento del examen, como los ejemplares no fueron sometidos a restricción química, presentaron estados de ansiedad y estrés, que afectaron su frecuencia cardíaca y por ende éste tipo de parámetros. El no haber encontrado diferencias significativas entre los grupos en estudio, indica que las condiciones de muestreo a las que fueron sometidos todos los ejemplares, los afectaron por igual, de modo que la velocidad de conducción de impulsos entre el nodo seno auricular y el nodo auriculo-ventricular, al parecer no se vio afectada por la condición fisiológica. La diferencia encontrada entre machos enteros y castrados en diferentes rangos de edad no es clara. Es conocido que machos enteros son de temperamento más nervioso, probablemente influenciados por su condición hormonal, lo que provoca una mayor actividad simpática, que genera un efecto dromotropico positivo, el cual podría explicar el resultado obtenido (Cunningham, 1994; Randall y Col., 2002).

El intervalo R-R más prolongado encontrado en las hembras vacías mayores de seis años, puede entenderse dado que estas hembras tienen requerimientos metabólicos menores a los de su contraparte de hembras preñadas y menores de cinco años, por tanto las hormonas metabólicas tienen menor actividad, generando menor gasto para el corazón, provocando así frecuencias cardíacas más bajas, que están en estrecha relación con este parámetro.

Al analizar la información del total de la población estudiada con el fin de obtener conclusiones del comportamiento electrocardiográfico en el tipo de animales en estudio en esta zona del país, se puede decir que la frecuencia cardíaca promedio general de todos los grupos fue 45.11 ± 10.75 lpm, siendo superiores a los reportados por Duque, 1995 y Reed y Bayly, 1998. Las hembras jóvenes gestantes y vacías regis-

traron los mayores valores. El nodo senoauricular en todas las especies, debe ajustar la actividad del corazón a las necesidades aumentadas del animal como resultado parcial de la inervación moderadora del corazón, que puede ser alterada en estados de ansiedad y estrés (García-Sacristan, 1996; Swenson y Reece, 1999; Randall y Col, 2002). La frecuencia cardíaca aumenta a medida que la preñez avanza, siendo el último mes el de mayor aumento (Callan y Col, 1992; Swenson y Reece, 1999; Guyton, 2000; Randall y Col., 2002).

En cuanto al eje eléctrico, su promedio general fue de $83.5^\circ \pm 73.2$, pero en los grupos de estudio se presentó gran variación (-27° a 147.5°), en la que una de las posibles causales puede ser la conformación anatómica variable de un individuo a otro u otras causales propias del corazón que no fueron objetivo de este trabajo.

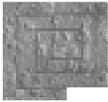
Con respecto a la onda P al analizarse en los diferentes grupos de estudio, no se apreciaron diferencias notables en su amplitud, lo que nos indica una gran uniformidad en la población estudiada. El promedio general fue de 0.14 ± 0.06 mV. Las ondas bífidas indican un retraso en la despolarización de la aurícula izquierda, que se considera normal para equinos.

La amplitud de promedio de la onda Q fue de 0.24 ± 0.16 mV, de la onda R, 0.63 ± 0.31 mV y de la onda T, 0.12 ± 0.29 mV, para el total de la población. El valor promedio general de la onda T, difiere un poco con el reportado por Duque (1995). Los cambios en la onda T del equino se producen en forma espontánea, algunas veces en respuesta a estímulos ambientales y otras sin razón aparente.

La duración promedio de las onda P, onda Q, complejo QRS y onda T, para el total de la población evaluada fue de $0.06 \pm .03$ s, 0.09 ± 0.12 s, 0.16 ± 0.16 s y 0.1 ± 0.09 s respectivamente. El valor del complejo QRS fue ligeramente menor al reportado por Reed y Bayly (1988) y Duque (1995). En este estudio la menor duración de este complejo puede ser un reflejo de la mayor frecuencia cardíaca que registraron estos animales, implicando una mayor excitabilidad y conductibilidad a lo largo del sistema de generación y conducción cardíaco.

La duración promedio de los segmentos P-Q y S-T encontrados para el total de la población fue de 0.19 ± 0.06 s y 0.29 ± 0.07 s, respectivamente. En el caso particular del segmento S-T, el valor encontrado es mayor al reportado por Glawischig (1976) y Reed y Bayly (1998), tal y como se describió anteriormente.

Con respecto al intervalo P-Q, el promedio general



fue de 0.22 ± 0.04 s, valor un poco por debajo del reportado por Reed y Bayly (1998). Un factor que pudo influir en su duración es el estado de ansiedad que experimentan los animales al momento del examen, lo cual es reflejo de una mayor descarga adrenergica producto del estrés del momento, que aumenta la frecuencia cardiaca y por ende acorta la duración del intervalo. Por su parte el intervalo R-R del total de la población promedio los 1.45 ± 0.25 s, valor mas corto que el reportado por Jack y

Glawischnig (1976) y Reed y Bayly (1998), que pudo ser influenciado por las mismas consideraciones dadas para el intervalo P-Q.

Con las anteriores descripciones de parámetros del electrocardiograma equino, se han dado aproximaciones de este comportamiento en la región del pie de monte llanero, en animales criollos, que podrían ser considerados como normales para los diferentes grupos establecidos en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTUNA, F y R. OLARTE. Sincope cardiaco. Veterinaria al día, Vol. 2, No. 4, p2-6, 1998
- ARANGO, J; J. BARRERO y J. RESTREPO. Fundamentos de Medicina, Manual de electrocardiografía, 2ª ed., Corporación para las investigaciones biológicas, Medellín, Colombia, 1990
- CALLAN, R.J.; S.M. McGUIRK y D.L. STEP. Assessment of the cardiovascular and lymphatic system. En: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, vol. 8 No. 2, p257-270, 1992
- CANCINO, P.S. Caracterización morfológica del registro electrocardiográfico de bovinos Holstein Fresian al nivel de la sabana de Bogotá. Tesis de grado, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos, Villavicencio, 1997
- CORREDOR, M. J.R; A. RONDON; J. POPAYAN y C. PUENTES. Efecto de la altura sobre el nivel del mar y de la condición entero y castrado en la estimación de parámetros de presión arterial en equinos. Revista MVZ, Vol. 3, No. 1, p24-30, 2001
- CUNNINGHAM, J.G. Fisiología Veterinaria, 1ra. Ed, Edit. Mcgraw-Hill, p143-236, 1994
- DEROTH, L. Electrocardiographic parameter in the normal lactating Holstein cow. The Canadian Veterinary Journal, vol. 21, p271-277, 1985
- DIBARTOLA, P. STEPHEN. Terapéutica de Líquidos en pequeñas especies, 2da Ed., Edit. McGraw-Hill Interamericana p47-96, 2002
- DUQUE, M. Electrocardiografía equina en caballos de paso fino colombiano, en la sabana de Bogotá. Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de La Salle, Bogotá, 1995.
- GARCIA, A.S. Fisiología Veterinaria, 1ra. Ed., Edit. McGraw-Hill, p303-313, 1996
- GONZALEZ, A.C. y N. P. MASSO. Comportamiento y morfología normal del electrocardiograma canino en la ciudad de Villavicencio. Tesis de grado, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos, Villavicencio, 1997
- GUYTON, A.C., Textbook of Physiology, 10a ed., edit. Interamericana, p177-203, 2000
- JACK, W y E. GLAWISCHNIG. Propedeutica clínica de las enfermedades internas y de la piel de los animales domésticos, 1ra ed., edit. Acribia, p165, Zaragoza, España, 1975
- RANDALL, D: W. BURGGREN y K. FRENCH. Fisiología Animal, Mecanismos y Adaptaciones, 4a ed., edit., McGraw-Hill-Interamericana, p505-562, 2002
- REED, S. M. y W. BAYLY. Equine internal medicine, 1ra. Ed., edit. W.B. Saunders Company, p309-314, 1998
- SWENSEN, M.J. y W.O. REECE. Fisiología de los Animales Domesticos de Dukes, Vol. 1, 2ª ed., edit. Uteha, p90-184, 1999
- VELASQUEZ, J. G. y M. A. RICO. La electrocardiografía en Medicina Bovina. Veterinaria al día, Vol. 1 No. 2, p10-17, 1995
- VELASQUEZ, J.G. Homeorresis cardiovascular y acido-base. Tesis de postgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1992