

**VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN PERRO BRAQUICÉFALOS Y
MESOCÉFALOS.**



**NÉSTOR SANTIAGO FLORIAN FORERO.
NICOLÁS GUZMÁN LÓPEZ.
LEONARDO ANDRÉS ORTIZ CELIS.**

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Bogotá, Colombia

2022

**VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN PERRO BRAQUICÉFALOS Y
MESOCÉFALOS.**



**NÉSTOR SANTIAGO FLORIAN FORERO.
NICOLÁS GUZMÁN LÓPEZ.
LEONARDO ANDRÉS ORTIZ CELIS.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;

Médico Veterinario

Director

Adriana María Pedraza Toscano, MV, PhD

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Bogotá, Colombia

2022

I. Contenido.

1. Planteamiento del problema
2. Justificación
3. Marco teórico
4. Objetivo general
5. Objetivos específicos
6. Metodología
7. Resultados
8. Discusión
9. Conclusión
10. Bibliografía
11. Anexos

II. Tabla de imágenes

1. Figura 1 Ganglio estrellado
2. Figura 2 Toma de muestra de frecuencia cardiaca
3. Figura 3 Toma de electrocardiograma
4. Figura 4 Electrocardiograma de Magnus bulldog ingles
5. Figura 5 Electrocardiograma de Dante Cocker spaniel ingles
6. Figura 6 Gráfica de Poincaré comparando electrocardiograma de Dante y Magnus

III. Tabla de anexos

1. Anexo electrocardiograma de Poodle de 8 años (Bruno)
2. Anexo electrocardiograma de Cocker spaniel (Dante)
3. Anexo electrocardiograma de poodle (Gema)
4. Anexo electrocardiograma Criolla (Keila)
5. Anexo electrocardiograma schnauzer (Manolo)
6. Anexo electrocardiograma yorkie (Nacho)
7. Anexo electrocardiograma bulldog inglés (Bob)
8. Anexo electrocardiograma bulldog inglés (Iris)
9. Anexo electrocardiograma de shihtzu (kira)
10. Anexo electrocardiograma de bulldog inglés (Magnus)
11. Anexo electrocardiograma criollo (Maximus)
12. Anexo electrocardiograma bulldog inglés (Moana)
13. Anexo electrocardiograma bulldog frances (Wanda)
14. Anexo gráfico de Poincaré de Bruno y Bob
15. Anexo gráfico de Poincaré Iris y Dante
16. Anexo gráfico de Poincaré de Gema y Kiara
17. Anexo gráfico de Poincaré de Magnus y Keila
18. Anexo gráfico de Poincaré de Nacho y Moana
19. Anexo gráfico de Poincaré de Máximo y Manolo
20. Anexo gráfico de Poincaré de Dante y Wanda

Planteamiento del problema.

La VFC involucra la función neuro cardíaca para la regulación del corazón, cerebro y algunos procesos dinámicos que no son lineales del SNA. El efecto de la relación inhalación-exhalación sobre la VFC en el dominio de tiempo sigue sin ser clara, pero si se ha descrito que la frecuencia respiratoria estimula la FC, y puede reducir las mediciones de dominio de tiempo de la VFC a corto plazo y la potencia de la banda LF (banda de baja frecuencia), y al tiempo aumenta o disminuye la potencia de HF (banda de alta frecuencia), respectivamente. (Shaffer y Ginsberg, 2017). Debido a esto, es importante determinar si la conformación anatómica de los perros braquiocefálicos tiene algún efecto sobre la VFC debido al patrón respiratorio que presentan.

Justificación.

La VFC por medio del uso del electrocardiograma nos da un amplio indicio de la salud cardiovascular de nuestros pacientes, lo cual es importante evaluar cada vez que sea posible (Shaffer y Gisbert, 2017).

Debido a Respecto a la información, este trabajo se justifica, puesto a que en caninos existen ciertas particularidades anatómicas dependiendo de los diferentes tipos de cráneo, que hacen que los perros presentan diferentes patrones respiratorios (respiraciones más profundas en los perros braquiocefálicos), es y se considera importante determinar qué tanto el aumento en la profundidad como consecuencia del esfuerzo inspiratorio en las razas braquiocefálicas afecta o influye el tipo de cráneo el tono parasimpático y por ende la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC)VFC, en perros con diferentes tipos de cráneos , sobre todo en los braquiocefálicos.

Marco Teórico.

3.1. Braquicéfalos y mesocéfalos.

En la especie canina, existen diferentes tipos de cráneo como lo son, los dolícocéfalos (cabezas alargadas), en donde su porción facial es más larga y delgada, como ejemplo de estos, encontramos la raza galgo afgano. Los braquicéfalos o coloquialmente conocidos como chatos, se caracterizan porque tienen una cabeza más amplia y dura, es decir un cráneo más ancho y corto, como por ejemplo encontramos la raza bulldog. En el medio de estos dos, encontramos los mesocéfalos, que poseen una proporción facial del cráneo similar tanto el ancho como el largo, como por ejemplo se puede encontrar a la raza labrador retroceder. Para poder determinar el tipo de cráneo que presenta una raza se debe tener en cuenta el índice cefálico. (Cañete & Bravo, 2017).

“El Índice Cefálico, que se refiere a la cabeza en conjunto, representa la base para todas las razas caninas existentes, pero existen igualmente índices alternativos que también han sido utilizados para clasificar las razas caninas: índices facial, palatino, nasal, craneal, etc. Todos estos factores se basan en la relación entre un largo y un ancho” (Onar, Bakar, Asal & Parés-Casanova, 2020

El índice cefálico es la relación que existe entre el ancho y la longitud del cráneo, siempre que sea igual a 100; para ello la fórmula se realizaría de la siguiente manera. (índice cefálico = ancho * 100 / longitud). (Cañete & Bravo, 2017).

La manera adecuada de medir la longitud del cráneo se realiza al tomar como referencia la cresta de la nuca y medir hasta el extremo rostral de la sutura Inter incisiva, y el ancho de este entre los somitos de los arcos cigomáticos. Los valores de índice cefálico que clasifican cada uno de los tres biotipos cefálicos son los siguientes: Dolicocéfalo: > 55 . Mesocéfalo: con un rango entre 55 y 80. Braquicéfalo: < 80 (Cañete & Bravo, 2017).

Los perros braquicéfalos se caracterizan fenotípicamente por presentar una cabeza más corta que ancha, lo cual es muy notorio en la región rostral del cráneo, en la cual hay un acortamiento de algunas estructuras anatómicas como senos frontales, huesos de la cara y cavidad nasal. Adicional a esto existe una rotación dorsal del aspecto rostral de la maxila y una posición alterada de los cornetes nasales. Todas estas características anatómicas mencionadas, sin la reducción concomitante de los tejidos blandos asociados a estas, resultan en un desajuste con exceso de tejido blando, lo cual todo esto llevará a un incremento de la resistencia en la vía aérea superior, produciendo respiraciones más profundas. (Eugeren, 2019)

En los perros dollicocéfalos se caracterizan por tener un cráneo más predomina el largo sobre el ancho, tanto en el cráneo como en el hocico, y los mesocéfalos las dimensiones son intermedias entre las antes mencionadas. (Lembeye, 2014).

3.2 Anatomía y fisiología cardiovascular

Antes de hablar de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (FC), es importante resaltar que la FC es la cantidad de latidos que hay en un minuto (Shaffer & Ginsberg, 2017). Así mismo, se debe enfatizar en otros términos que permitirá entenderla mejor y saber cómo se evalúa. Para esto, es importante entender la anatomía funcional del corazón y su músculo cardíaco. En cuanto a su función hemodinámica, el corazón se entiende como dos bombas

independientes, una al lado izquierdo y otra al lado derecho con sus respectivas circulaciones, menor y mayor. El corazón derecho está constituido por el atrio derecho, encargado de recibir sangre venosa y el ventrículo derecho encargado de eyectar esta sangre a los pulmones (circulación menor), mientras que el corazón izquierdo está conformado por un atrio izquierdo en función de recibir sangre oxigenada que viene de los pulmones y un ventrículo izquierdo encargado de eyectar esta sangre a la aorta para que sea distribuida por todo el cuerpo (circulación mayor). (Alvarez & Cruz, 2011). Dicha función cardiaca se describe como un ciclo fisiológico que consiste en una contracción ventricular y eyección (sístole) y una relajación ventricular con llenado de sangre (diástole). (Shaffer, McCraty & Zerr, 2014).

Aunque el músculo esquelético y el músculo cardíaco se parecen, por ser estriados, funcionan diferente. Por un lado, el músculo esquelético genera un potencial de acción que proviene de una motoneurona que libera acetilcolina. Este neurotransmisor se une a los receptores colinérgicos (nicotínicos) del músculo y comienza una recaptación de calcio, activando la unión de la actina con la miosina y de esta forma genera la contracción muscular. Por el contrario, el músculo cardíaco no necesita potenciales de acción provenientes del sistema nervioso ni neurotransmisores. Las membranas de las células marcapasos activan espontáneamente los canales de sodio (Na^{++}), y cierran los de potasio (K^{++}), despolarizando lentamente la célula hasta alcanzar el umbral (-40mV). Una vez la célula alcanza el umbral, se despolariza y genera su propio potencial de acción. Estos potenciales son rítmicos, espontáneos y autoinducidos, los cuales no dependen del sistema nervioso para regenerarse, pero su frecuencia si es regulada por el sistema nervioso autónomo (SNA) con sus dos ramas: simpática (SNS) y parasimpática (SNP). (Bradley., 2014., pág. 172).

El corazón tiene tres tipos de musculatura: músculo auricular, músculo ventricular y fibras musculares excitadoras especializadas. Estas últimas se contraen débilmente porque no las componen muchas miofibrillas, por lo que tienen función de estimular y controlar el latido cardíaco. En las fibras del músculo cardíaco se pueden encontrar discos intercalares, caracterizados por ser áreas de baja resistencia comparados con el resto de las membranas musculares, lo que facilita la conducción eléctrica y permite que viaje rápidamente por todo el músculo cardíaco formando los sincitios: atrial y ventricular (Jaffet, septiembre-octubre 2009)

El control del ritmo cardíaco está determinado por el sistema nervioso autónomo. Esta acción se realiza por medio de un equilibrio existente en el SNA (SNP y simpático SNS). El SNP ejerce función sobre la FC mediada por la liberación de acetilcolina por medio del nervio vago. Los receptores muscarínicos de acetilcolina aumentan la conductancia de K^{++} de la membrana celular, disminuyendo así la frecuencia cardíaca. Por otro lado, el SNS influye en la FC en mediación por la liberación de neurotransmisores adrenérgicos como epinefrina y norepinefrina, los receptores colinérgicos se activan y como resultado producen la fosforilación de proteínas de membrana mediada por AMPc, aumentando la frecuencia cardíaca. (Hye et al., 2017).

3.3 Frecuencia cardíaca (Cronotropismo)

El cronotropismo

La frecuencia cardíaca se produce por medio de mecanismos de despolarización de células cardíacas especializadas (marcapasos). Estas células no necesitan de ninguna señal de unión neuromuscular para que se genere su potencial de acción (PA) ya que ellas mismas generan su propio potencial de acción, pero sí necesitan el estímulo del sistema nervioso autónomo para regular la FC. (Bradley., 2014). La FC se puede evaluar de diferentes formas:

Frecuencia cardiaca promedio por minuto: 60 y 180 latidos por minuto. (s.f). Se puede medir por medio de auscultación cardiaca o palpación de choque precordial, según Brejov & Blanco (2016) en animales pequeños es conveniente palpar ambos lados del tórax al mismo tiempo (palpación bimanual).

En algunos casos es necesario utilizar el método manual más los electrocardiogramas puesto que si queremos tener una buena evaluación de la frecuencia cardiaca tenemos que compactar ambos resultados, como en el electrocardiograma si se puede representar la frecuencia cardiaca con las amplitudes entre las ondas lo que refleja la arritmia y según estos datos se puede generar un dato promedio que puede darnos una frecuencia cardiaca por minuto (lpm) totalmente diferente. (Moïse NS, 2021)

El choque cardíaco o precordial se produce por la contracción y rotación cardíaca que genera una vibración palpable, los datos que se pueden obtener del choque precordial son; frecuencia cardiaca, ubicación y extensión, fuerza y ritmo. La correcta evaluación de la frecuencia cardíaca se realiza mediante la auscultación.

La FC se puede ver alterada (taquicardia o bradicardia) por causas tanto fisiológicas como patológicas. Dentro de las fisiológicas que pueden producir taquicardia están, animales jóvenes, hembras en gestación, animales de talla toy, animales excitados y/o fatigados, un incremento en la temperatura ambiental, entre otros. Por el contrario, la bradicardia, podemos encontrar animales durmiendo o en reposo, inanición, y animales de talla grande. Algunas causas patológicas que producen taquicardia pueden ser, hipertermia, anemias, dolor intenso, administración de medicamentos simpaticomiméticos o para simpaticolíticos, septicemia, baja temperatura ambiental, tono simpático aumentado, afecciones cardiacas agudas, entre otras, mientras que la bradicardia puede ser producida por compresión cerebral o bulbar, admin de

simpaticolíticos, hipertensión arterial, excitación vagal, o algunas intoxicaciones, entre otros.

(Brejov & blanco, 2016)

3.4 Electrocardiograma

El uso de la electrocardiografía nos brinda una gran información en relación con la frecuencia cardíaca (FC), el ritmo cardíaco, desviación del eje, e incluso agrandamiento de las cámaras cardíacas o anomalías de la conducción, el cual supone una alteración o anomalía en el marco de la cardiología veterinaria, por lo cual tiene una gigantesca importancia en la medicina veterinaria (Santamaria, Torio & Suárez., 1998).

los estudios que se les someten a los perros en los electrocardiogramas suelen ser de 24 a 48 horas, siendo esto necesario para tener una muestra relevante en casos de enfermedades cardíacas con signología clínica, se entiende que en las primeras 24 horas se puede promediar las variaciones que tiene la frecuencia cardíaca y se puede estimar magnitudes de enfermedades como arritmias sinusales. (Mavropoulou A, 2021)

En un estudio que se le realizó a 20 perros, se encontró que en un electrocardiograma tipo holter de 24 horas, el promedio de la frecuencia cardíaca reportados fue del 20 % en un margen normal, lo que quiere decir que un holter de 24 horas se obtienen los mismos resultados que un holter de 3 horas, las frecuencias cardíacas entre más dure más desparejas se van a reportar y por lo tanto no se encuentra un rango predeterminado para todos los perros y menos si es tomado con electrocardiograma.(Gunasekaran T, 2020)

3.5. Variabilidad de la frecuencia cardíaca

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es gobernada por el ritmo biológico bifásico del SNA e implementado a través del automatismo del nódulo sinusal (Buzzano,

Mercado, Lightowler, Pérez, & Maidana., 2012). En otras palabras, la variabilidad de la frecuencia cardíaca es la variación de los intervalos RR medidos en el electrocardiograma a través del tiempo y demuestra la interacción entre el sistema nervioso autónomo y la frecuencia cardíaca (Veloza, 2019).

Por lo tanto, la VFC es una herramienta utilizada para medir las fluctuaciones de la frecuencia entre los intervalos R-R. Esto se puede asociar a eventos fisiológicos, como es el caso de la frecuencia respiratoria (FR), ya que esta es una variante fisiológica refleja sobre el ritmo cardíaco. (Ramírez & Espinoza., 2009)

El lugar donde se genera el impulso eléctrico del SNC se sabe que es en el tronco encefálico entre el bulbo raquídeo y su protuberancia, pero no se ha encontrado histológicamente donde se encuentran estas neuronas específicas, y se les conoce como centros de ritmo o generador central de patrón respiratorio (CPG). El mecanismo de la respiración se divide en 3 partes básicas que son; sensores o receptores, controladores y efectores. (Cabrera, 2011)

Los sensores o receptores se encargan de medir las necesidades y enviar las señales a los controladores, en esta parte generan los ritmos respiratorios basales, se procesa la información de los sensores y se modifica de acuerdo con sus niveles de actividad, y los efectores son las motoneuronas que se encargan de generar la contracción en los músculos para respirar. Entre los receptores se destacan los quimiorreceptores arteriales periféricos, los cuales se encuentran en los cuerpos carotídeos y en los aórticos y se encargan de medir los niveles de concentración de O_2 y CO_2 , como a estímulos de hiperkalemia, hipertermia e hiperosmolaridad. Además de eso también son capaces de liberar dopamina, la cual aumentará la frecuencia de descargas en los nervios aferentes y por lo tanto en los nervios de la rama glossofaríngea (IX par) hasta llegar al CPG y de esta forma aumentar la frecuencia respiratoria. (Cabrera, 2011)

El ciclo de la respiración incluye dos momentos: la inspiración, en la que hay un predominio del SNS (aumentando la frecuencia cardiaca), y la espiración en la que se da un predominio del SNP o valga (disminuyendo la frecuencia cardiaca), generando la arritmia sinusal respiratoria. (González, 1998)

La VFC puede llegar a proporcionar estimaciones cuantitativas indirectas de actividades neuronales autónomas. El análisis de la VFC, utilizando los intervalos RR. latido a latido, ha demostrado ser una técnica de confianza para evaluar en pacientes con enfermedad cardiovascular la actividad del sistema nervioso autónomo. (Song, Ogaja, Tan, Sheng Cen & Fong Lin., 2006).

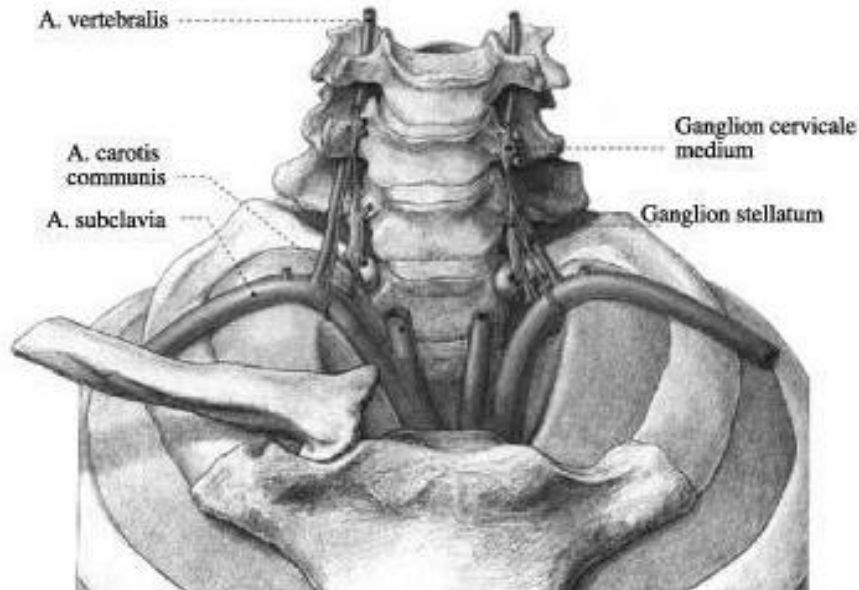
La importancia del análisis en cuanto al comportamiento de las variaciones en la FC en caninos es que permite conocer el dominio del tono autonómico simpático o parasimpático, el cual convierte a este fenómeno en un importante marcador de padecer arritmias. (Buzzano et al., 2012). Es importante tener en cuenta que los perros de manera espontánea presentan una arritmia fisiología cardío-respiratoria (arritmia sinusal respiratoria), la cual está caracterizada por la alteración de la FC a lo largo del ciclo respiratorio: durante la inspiración se desarrolla un aumento de la frecuencia cardiaca y durante la espiración hay una disminución de la frecuencia cardiaca. Esta arritmia se debe a la presencia de reflejos vago-vágales pulmonares (disminución y aumento del tono valga respectivamente). (Brejov & blanco., 2016).

En el campo de la investigación, se han conocido diferentes tipos de análisis para la VFC, entre los cuales se encuentran análisis estadísticos, análisis mediante técnicas espectrales, análisis multirresolución y análisis de la dinámica no lineal de la señal. (Ramírez & Espinoza., 2009).

El gráfico Poincaré o gráfico de Lorenz, es una forma de expresar con una figura geométrica la variabilidad de la frecuencia cardiaca, permitiendo una apreciación de las diferencias entre los intervalos RR., estableciendo como punto de referencia las medidas de las ondas R del complejo QRS del electrocardiograma, logrando apreciar en el eje x y en el eje y las medidas de tiempo en milisegundos. (Cornell, 2022)

Otro mecanismo que tiene un efecto sobre la frecuencia cardiaca son los ritmos circadianos. Este mecanismo está regulado por la inervación proveniente del ganglio estrellado SGNA (actividad nerviosa del ganglio estrellado izquierdo). Cuando este se estimula, altera el tono simpático circadiano, causando estímulos nerviosos para la producción de catecolaminas, sobre el corazón y de esta forma generando cambios de frecuencia en el ritmo cardíaco. (Juan Song, 2006)

Para hablar un poquito acerca de la anatomía y la fisiología del ganglio estrellado, es importante mencionar que las fibras nerviosas simpáticas de cabeza, cuello y extremidades anteriores pasan por éste que también se le conoce como ganglio cardiorácico, este ganglio se forma de la fusión del ganglio cervical inferior y el primer ganglio simpático torácico, situándose en el cuello de la primera costilla y extendiéndose hasta la intersección de las vértebras C7 y T1, presentando una forma fusiforme, triangular o globular. (Garcés, 2012)



Sitios anatómicos donde encontramos el ganglio estrellado izquierdo, ganglio cervical medio, arteria vertebral, arteria carótida comun y arteria subclavia (Tomada de Rev. Soc. Esp. Dolor vol.19 no.2 Madrid mar./abr. 2012)

3.5.1. Para qué sirve la variabilidad de la frecuencia cardiaca

La VFC es la fluctuación de la duración de los intervalos de latidos cardíacos. La VFC representa la capacidad del corazón para responder a una variedad de estímulos fisiológicos y ambientales. Además, una VFC baja está asociada con funciones reguladoras y homeostáticas deficientes del sistema nervioso autónomo (SNA), que reducen la capacidad del cuerpo para hacer frente a los factores estresantes internos y externos. (Hye et al., 2017)

En humanos, desde 1965, la VFC ha tenido una importancia clínica relevante ya que en ese momento se encontró que en las madres gestantes que tuvieron una VFC baja, los bebés desarrollan sufrimiento fetal (Shaffer, McCraty, & Zerr, 2014). Luego, en 1970 se descubrió que

la variación de la frecuencia cardíaca conllevaba a neuropatías autónomas por diabetes antes de que desarrollaran signos clínicos. También se ha reportado una reducción de la VFC en pacientes con disfunción autónoma, que incluyen ansiedad, depresión, asma y muerte súbita del lactante (Shaffer, McCraty, & Zerr, 2014)

En un estudio publicado por A. Manzo en 2009, se demostró que los valores de VFC, tanto los de baja frecuencia (LF) como los de alta frecuencia (HF) en perros y terneros son similares a los de los humanos. La banda de baja frecuencia (LF) principalmente refleja la actividad de los barorreceptores en condiciones de reposo, puede ser producida por SNP ó SNS, mientras que la banda de alta frecuencia (HF) o banda respiratoria, refleja la actividad parasimpática y corresponde a las variaciones de la FC relacionadas con el ciclo cardíaco. Debido a la similitud que hay en dichos valores, los perros y los terneros podrían ser el modelo animal óptimo para estudiar la VFC con la intención de una aplicación en humanos. (A Manzo, Y Ootaki, C Ootaki, K Kamohara, & K Fukamachi, 2009)

En un estudio que se les realizó a 33 perros, en donde se les tomó la frecuencia cardíaca y se le midieron las variables con sus dueños y sin ellos; la desviación estándar de los intervalos RR normales (SDNN), la raíz cuadrada media de las diferencias sucesivas del intervalo de latidos cardíacos (RMSSD) y los intervalos RR medios (significa RRI). Los resultados fueron que solo SDNN fue menor en una situación positiva. En contraste, solo RMSSD fue menor en una situación negativa, en conclusión, podemos decir que la VFC puede ser predictiva para el estado emocional, cuando los perros se sienten con emociones positivas tienden a bajar la variabilidad de la frecuencia cardíaca. (Katayama, 2016)

Arritmia sinusal respiratoria

Dentro de las condiciones fisiológicas, la activación simpática se asocia con un aumento de LF (banda de baja frecuencia), expresada en unidades normalizadas, las oscilaciones de la banda HF (alta frecuencia) ocurren en la respiración y es conocida como arritmia sinusal respiratoria. La cuantificación de ésta, está caracterizada por la respuesta del nódulo sinusal a las fluctuaciones de la actividad vagal a la FR y se puede correlacionar con el nivel medio subyacente de dicha actividad. (Motte et al. 2005).

Un estudio comprobó que en perros se variaba mucho en el peso corporal y de frecuencia cardíaca, por lo que son una de las especies predilectas para la investigación de la arritmia sinusal respiratoria en reposo, la cual es más notoria que en la de los humanos, lo que se pudo concluir en este estudio es que sin importar el peso o la estatura, los perros presentaban una arritmia sinusal respiratoria 3 veces más notoria que en humanos, también se observó que en el ejercicio al descanso se mantuvo baja la arritmia sinusal respiratoria. (Grosso G, 2021)

se han encontrado estudios donde se pueden controlar en perros las fibrilaciones sinusales en la frecuencia cardíaca, con tratamientos farmacológicos como Calcio diltiazem y digoxina, las cuales ayudan a regular las contracciones ventriculares y de este modo regular el ritmo cardíaco en éstas arritmias, esto es necesario porque algunas arritmias suelen presentar trombos auriculares en humanos, pero es muy raro en perros. (Pariaut, 2017)

6.Objetivos.

6.1 Objetivo general.

Determinamos la variabilidad de la frecuencia cardíaca en perros braquicéfalos y mesocéfalos.

6.2 Objetivos específicos:

1. Determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca en dominio de tiempo (SDRR)
2. Determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca por medio gráficas de Poincaré
3. Determinar si hay diferencias en la VFC entre perros braquiocefálicos y perros

mesocefálicos

7. Metodología:

7.1 Tipo de estudio: Prospectivo, transversal y analítico.

Se realizó un estudio de tipo prospectivo, transversal y analítico debido a que los datos se tomaron de forma progresiva desde el momento en que se inició la investigación. Por otro lado, las muestras se tomaron en un solo momento en el tiempo y se compararon los datos obtenidos entre los dos grupos buscando diferencias estadísticas. (Veiga, De la fuente & Zimmermann., 2008).

7.2 Muestra o grupos de estudio:

Para el presente estudio, el muestreo se realizó a conveniencia, de manera no probabilística, donde el tamaño de la muestra correspondió a los perros que se encontraron disponibles (18) y cuyos propietarios autorizaron la participación de su mascota en el estudio y firmaron el consentimiento informado. Los perros reclutados fueron distribuidos de acuerdo con su conformación craneana en 2 grupos: mesocefálicos (grupo 1), braquiocefálicos (grupo 2). En el grupo 1 se incluyeron 10 perros y en el grupo 2 se incluyeron 8 perros.

7.3 Criterios de inclusión

En el estudio se incluyeron perros clínicamente sanos, de cualquier sexo, de cualquier raza considerada mesocefálica o braquiocefálica, adultos entre 1 y 8 años.



Imagen 2. Examen clínico general a paciente braquicéfalo previo a la toma de ECG.(Imagen de autoría propia)

7.4 Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio perros con enfermedades cardiovasculares, respiratorias o musculoesqueléticas previamente diagnosticadas o diagnosticadas al momento de la evaluación clínica para el presente estudio.

7.5 Métodos

Todos los estudios se realizaron en la clínica veterinaria de la universidad Antonio Nariño sede circunvalar.

Una vez los perros fueron incluidos en el estudio y sus propietarios firmaron el respectivo consentimiento informado, se les realizó un examen clínico general, para confirmar que cumplieran con todos los criterios de inclusión.



Imagen 3. Toma de ECG en paciente mesocéfalo



Imagen 4. Toma de ECG en

paciente braquicéfalo (Imagen de autoría propia)

Los caninos fueron acostados en decúbito lateral derecho y se registró un electrocardiograma (derivación II) de 5 minutos de longitud por medio de un fisiógrafo marca Biopac®. Para este fin se utilizaron electrodos adhesivos marca 3M® que fueron ubicadas en las almohadillas centrales de cada miembro.

Para el análisis de la VFC por dominio de tiempo se utilizó el software Acknowledge 3.9® con el cual se midió la duración de todos los intervalos RR durante todo el trazado (5 minutos) y se calculó la desviación estándar de los intervalos RR normales (SDNN). Así mismo, la duración de todos los intervalos RR se utilizó para realizar las gráficas de Poincaré

para cada uno de los perros, así como para realizar gráficas comparativas. Para este fin se utilizó la aplicación The Next Heart Beat®, de la Universidad de Cornell (<https://www.thenextheartbeat.com/>).

7.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística T-Student no pareada a dos colas con un valor $P < 0.05$.

8. Resultados obtenidos

interpretamos en gráficas de Poincaré los datos recolectados, lo cual nos ayuda a graficar la variación de la frecuencia cardíaca en un plano donde un eje es la cantidad de pulsaciones que se estiman en ese momento y en el otro eje el tiempo transcurrido, y con diferentes colores logramos comparar las variaciones cardíacas que tuvieron perros con características mesoflías y perros con características braquicefálicas.

8.1 electrocardiograma:

En términos generales los 18 electrocardiogramas registrados fueron de alta calidad, con trazos limpios, con poco ruido y sin artefactos (Figura 1) de tal manera que las ondas R pudieran ser fácilmente reconocidas por el software, lo que permitió que la lectura de estos fuera más exacta y confiable. Así mismo, en esta figura se puede evidenciar la presencia de arritmia fisiológica, evidenciando diferencias entre los RR (VFC).

en la siguiente imagen encontraremos un electrocardiograma que le practicamos a un perro de raza braquicefálica:

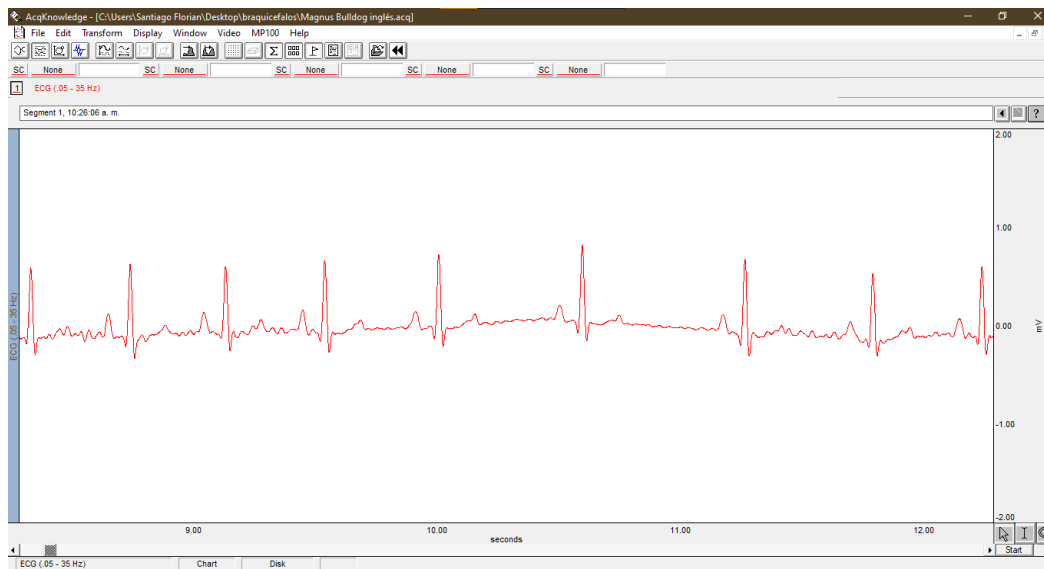


Figura 1. Sección de un electrocardiograma realizado a un paciente braquicefálico (bulldog inglés).

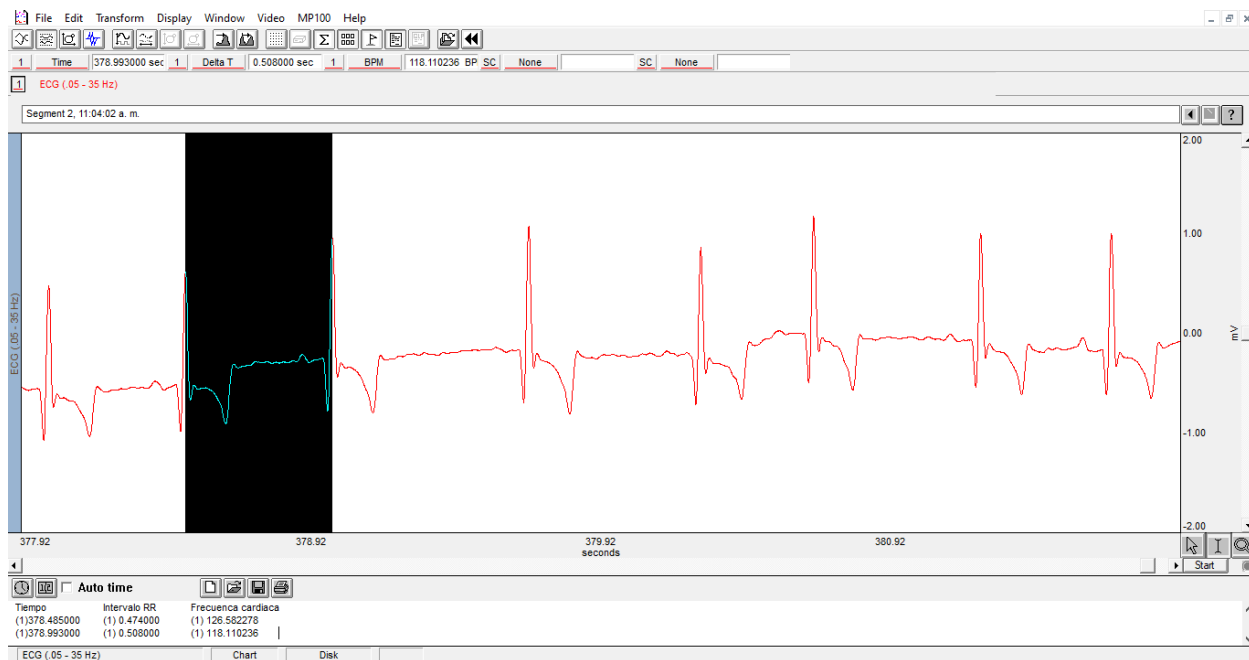


Figura 2. Medición de los intervalos R-R en el electrocardiograma.

En la figura 2 se puede evidenciar los puntos que se utilizaron para realizar las mediciones de los intervalos R, las cuales se comenzaron en el pico de una onda R y se midió la cantidad de segundos (distancia) que le tomó llegar a la siguiente onda R.

Las SDRR de los dos grupos pasaron las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk por lo tanto se consideró que los datos presentaron una distribución normal y se pudo utilizar la prueba T-Student, la cual arrojó un valor P de 0.15 por lo tanto no se registró una diferencia estadística entre los dos grupos (Figura 3). Sin embargo, en la gráfica se puede observar que a pesar de que no hay una diferencia estadística sí existe una tendencia de los perros braquicefálicos para tener una VFC mayor a la de los perros mesocefálicos.

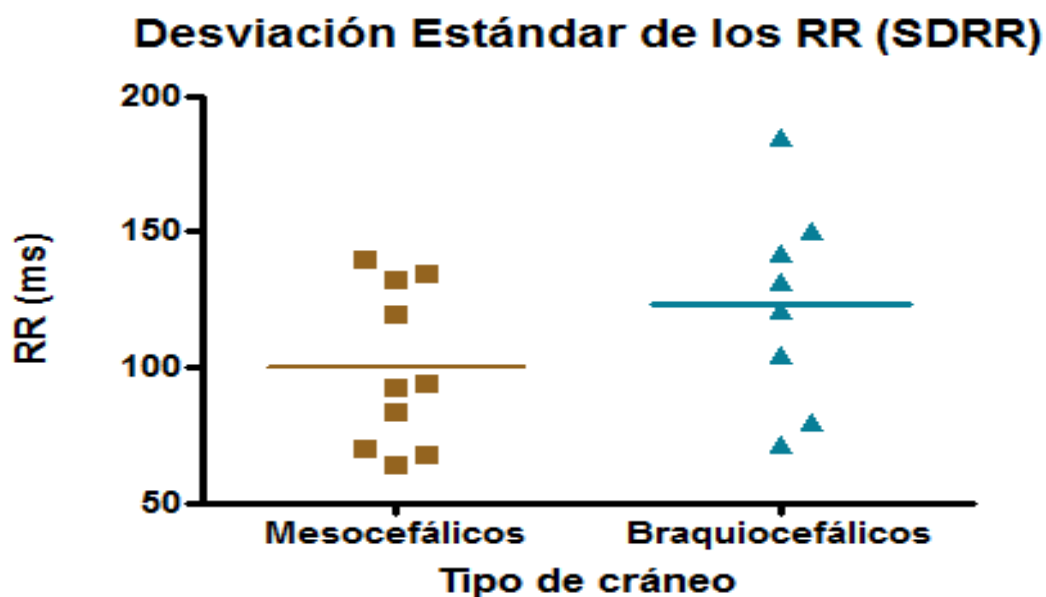


Figura 3. Gráfica de la prueba T- Student, donde el valor P fue de 0.15.

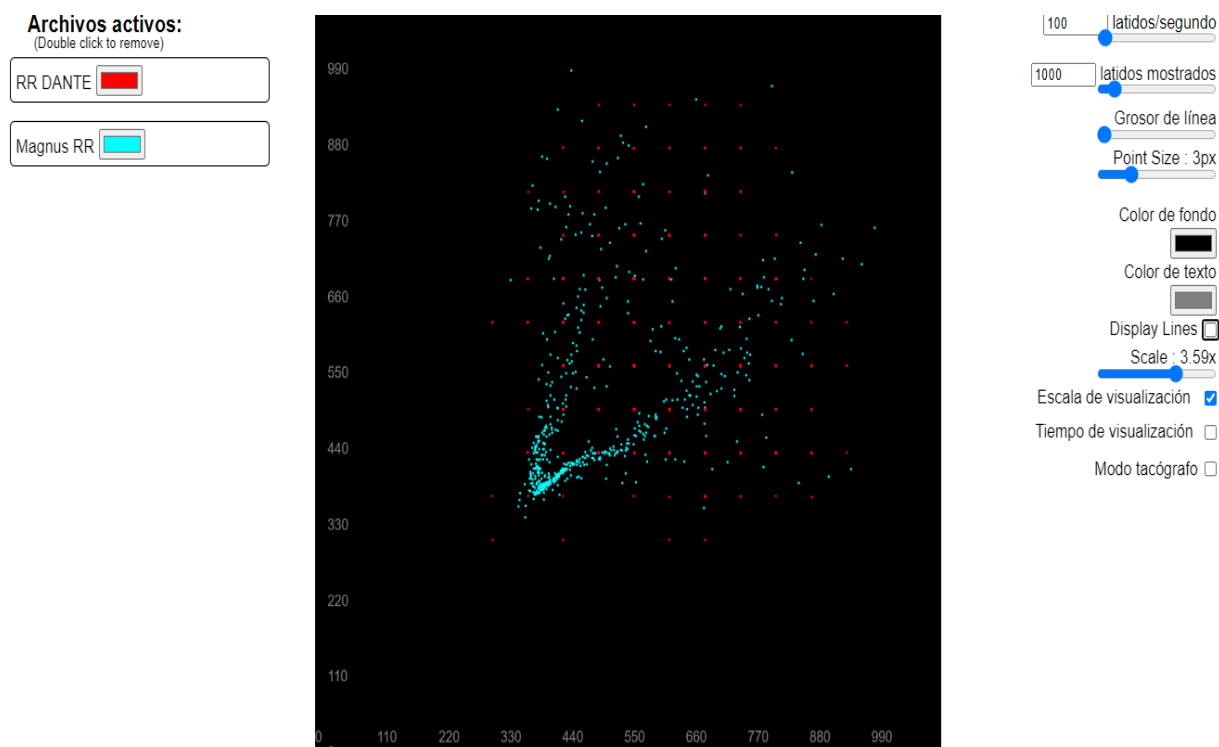


Figura 4. Gráfica de Poincaré donde comparamos un braquicéfalo (azul) con un mesocéfalo (rojo).

La figura 4 muestra una gráfica de Poincaré en la cual se comparan los intervalos RR de un perro mesocéfálico (rojo) y los intervalos RR de un perro braquicéfálico (azul), en la cual se puede observar que la distribución de los intervalos RR es prácticamente la misma y coincide con la distribución que se ha estudiado en los perros debido a la gran influencia que tiene la arritmia sinusal respiratoria sobre esta.

Luego se procede a hacer lo mismo pero esta vez se utiliza en el eje X el intervalo RR 2 y en el eje Y el intervalo RR 3 y pondremos el segundo punto, esto lo continuamos graficando del mismo modo hasta completar todos los intervalos del electrocardiograma.

Por lo tanto podemos decir que entre más cerca estén los puntos nos muestran que hay menos variación de la frecuencia cardiaca, en ese perro, también que entre más cerca estén del 0, se presentara una frecuencia cardiaca mucho mayor que la que está más alejada del 0, también si comparamos, vemos que el perro braquicéfalo tuvo un momento donde se aumentó la frecuencia cardiaca y se disminuyó la variación de la frecuencia cardiaca, lo cual se aumenta cuando disminuye la frecuencia cardiaca, en cambio el perro mesocefálico mantuvo una variabilidad de la frecuencia cardiaca constante y diversa

9. Discusión.

Como bien ya se ha mencionado, la VFC está directamente relacionada con el tono del SNP durante la respiración, que como por todo lo descrito en cuanto a la conformación anatómica de los cráneos que encontramos en los caninos, nos hacía pensar que se podrían ver cambios significativos en la VFC. Según lo mencionado anteriormente los resultados obtenidos concuerdan con la hipótesis principal, que esperábamos ver una VFC mayor en las razas braquicéfalas. Aunque la prueba T no dio como resultado una diferencia, y las gráficas tampoco nos mostraron diferencias significativas, si podemos mencionar que hay una tendencia a que la VFC es mayor en los braquicéfalos, todo esto nos lleva a coincidir con lo que mencionamos varias veces acerca de la conformación anatómica del cráneo iba a generar una mayor inspiración aumentando los intervalos RR.

Aunque algunos pacientes mesocéfalos presentaron VFC más alta que algunos braquicéfalos, podemos deducir que el estado mental influye en una gran proporción, lo que nos genera una nueva idea si en realidad la conformación anatómica del cráneo influye o no, puesto a que la VFC me puede dar muchos indicios de la salud cardiovascular de nuestro paciente y por lo tanto es tan importante estudiarla.

En cuanto a las gráficas de poincaré, es importante mencionar que no hubo los cambios esperados, es decir las diferencias no fueron mayores, pero como mencionamos anteriormente, si hubo una tendencia a que la VFC en la mayoría de los pacientes braquicéfalos era mayor en comparación de los pacientes mesocéfalos, algunos más que otros, pero la tendencia se mantuvo en la mayoría de los gráficos realizados.

El estudio contó con un tiempo muy limitado para las tomas de muestras (4 sesiones) por lo cual no se puede tener una comparación completa de todas las razas.

10. Conclusiones.

Respecto al estudio, en un principio se iba a realizar con razas de los 3 diferentes tipos de cráneos (braquicéfalos, mesocéfalos y dolicocefalos) pero por cuestiones de tiempo y disponibilidad de la clínica no fue posible realizarse de esta manera, por lo tanto, en un estudio futuro acerca del tema, sería importante tener la comparación de los 3, para así mismo determinar si nuestra hipótesis de que la VFC va a aumentar o disminuir según la conformación anatómica del cráneo.

Aunque a nivel estadístico y gráfico no hubo una diferencia, si podemos hablar de la tendencia que hubo entre los ejemplares estudiados que adoptan ciertas características anatómicas y fisiológicas, es decir que si hubo permanentemente en cuanto a los gráficos y los electrocardiogramas una tendencia de que los pacientes de razas braquicefálicas tuvieran una VFC más alta según lo observado en los diferentes estudios y análisis que se realizaron.

11. Bibliografía.

A Manzo, Y Ootaki, C Ootaki, K Kamohara, & K Fukamachi. (2009). Comparative study of heart rate variability between healthy. Paper, 43

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1258/la.2007.007085>

Álvarez, I & Cruz, L. (2011). Fisiología cardiovascular aplicada en caninos con insuficiencia cardiaca. Recuperado el 4 de marzo de 2011 de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n21/n21a09.pdf>.

Bakieva, M. G. (2006). SPSS: ANOVA de un Factor. innovamide.

https://www.uv.es/innovamide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf

Bradley G. Klein, P. (2014). *Cunningham fisiologia veterinaria quinta edicion*.
Barcelona, España: Elsevier.

https://books.google.com.co/books/about/Cunningham_Fisiolog%C3%ADa_veterinaria+_Evo.html?id=O5NmAgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Brejov, G. D., & blanco, D. F. (2016). Exploración del aparato circulatorio. En G. D. Brejov, & D. F. blanco, *Manual de semiología veterinaria FCV - UBA Tomo 1* (págs. 127 - 150).

Buenos Aires-Argentina: Universidad de Buenos Aires. Recuperado de:

<https://filadd.com/doc/semio-tomo-1-pdf-medicina-i>

Buriticá Gaviria, E., Echeverry Bonilla, D., & Ospina Argüelles, D. (2015). Evaluación de la regulación neurovegetativa cardiaca en perros medicados con dos infusiones analgésicas continuas (morfina o fentanilo) durante el periodo postquirúrgico. *ResearchGate*. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/313904191_Evaluacion_de_la_regulacion_neurovegetativa_cardiaca_en_perros_medicados_con_dos_infusiones_analgésicas_continuas_morfina_o_fentanilo_durante_el_periodo_postquirurgico

Buzzano, O., Mercado, M., Lightowler, C., Pérez Valega, E., Maidana, H. (2012). Predicción de fenómenos arrítmicos a través de la. *U revista veterinaria*, 55.

<https://core.ac.uk/download/pdf/299813006.pdf>

Cabrera, L. G. (2011). Regulation of breathing: morphological and functional organization of its. *Medisan*. <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v15n4/san20411.pdf>

Cañete Betancourt, Gerardo y Bravo Mendiburt, Gretchen (2017). Determinación del índice y biotipo cefálicos en perros mestizos cubanos y su importancia. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18 (11), 1-10. [Fecha de Consulta 16 de diciembre de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653574012>

Cornell, U. d. (2022). *The Next Heartbeat*. Obtenido de The Next Heartbeat:

<https://www.thenextheartbeat.com/definitions-2/>

Eiga de Cabo, J., Fuente Diez, De la aya, E., Zimmermann Verdejo, M. (2008). Modelos de estudio en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Med. segur. trab.* [online]. 2008, vol.54, n.210, pp.81-88. ISSN 1989-7790.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011:

Fallas, J. (2012). ANÁLISIS DE VARIANZA. 22 -

23. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf

Frías-Navarro, D. (s.f.). Diseño entre-grupos univariado unifactorial con $A > 2$.

Universidad de Valencia, 9. <https://www.uv.es/~friasnav/PosthocMIM.pdf>

FredShaffer, RollinMcCraty, & ChristopherL.Zerr. (2014).

Ahealthyheartisnotametronome: anintegrativereviewoftheheart'sanatomyandheartratevariability.

frontiers in psychology, 7 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4179748/>

Garcés, R. (05 de 04 de 2012). Stellate ganglion block. scielo.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462012000200007

González, M. Á. (1998). ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DEL RITMO CARDÍACO MEDIANTE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS, ESPECTRALES Y NO LINEALES.

Enginyeria Electrònica,

6.2.https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6345/07_garciaGonzalez_capitol6.pdf?sequence=7&isAllowed=y

Grosso G, V. T. (2021). reath-by-breath analysis of respiratory sinus arrhythmia in dogs. Respir Physiol

Neurobiol.<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569904821001610?via%3Dihub>

Gunasekaran T, O. B. (2020). Comparison of heart rate obtained from shorter duration Holter recordings to 24-hour mean heart rate in dogs with atrial fibrillation. PLoS One, 2-15.<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241620>

Hye-Geum Kim, Eun-Jin Cheon, Dai-Seg Bai, Young Hwan Lee, & Bon-Hoon Koo. (5 de mayo de 2017). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and. Asociación Neuropsiquiátrica Coreana, págs. 235 -

236.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5900369/>

Jaffet, R.-R. F. (septiembre-octubre 2009). Fisiología cardíaca. *Revista Médica MD* Número 3, Volumen 1, 1 - 4. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2009/md093d.pdf>

Juan Song, M. O. (30 de 08 de 2006). Heart Rate Variability and Autonomic Nerve Activities in Ambulatory Dogs. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4462119>

Katayama, M. K. (15 de 04 de 2016). La variabilidad de la frecuencia cardíaca predice el estado emocional en perros Procesos conductuales. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376635716300936>

lopis, J. (2013). LA ESTADÍSTICA: UNA ORQUESTA HECHA INSTRUMENTO. Recuperado el 28 de enero de 2013 de: <https://jlllopisperez.com/2013/01/28/test-de-bonferroni/>

Bonita L Brincat, P. D. (2022). Who's Getting a Head Start? Mesocephalic Dogs in Still Images Are Attributed More Positively Valenced Emotions Than Dogs of Other Cephalic Index Groups. *animals*.

Cornell, U. d. (2022). The Next Heartbeat. Obtenido de The Next Heartbeat: <https://www.thenextheartbeat.com/definitions-2/>

Mavropoulou A, O. P. (2021). Holter monitoring in dogs: 24 h vs. 48 h.

ELSEVIER. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S109002332100023X?via%3DiHub>

Moïse NS, F. N. (2021). Perfiles de frecuencia cardíaca instantánea y promediada: desarrollo de estrategias para programar frecuencias de estimulación en perros. Elsevier Ltd. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090023321000198?via%3DiHub>

Onar, V.; Siddiq, A. B.; Asal, R. & Parés-Casanova, P. M. Los tipos craneométricos caninos aparecen bien expresados a nivel de conformación del arco cigomático. *Int. J. Morphol.*, 38(1):78-82, 2020.

Ordaz Sanz, J. A., Melgar Hiraldo, M. C., & Rubio Castaño, C. M. (s.f.). MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS EN LA EMPRESA Y PARA FINANZAS. 2. <https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/362>

Parámetros fisiológicos de la especie canina y felina (s.f). https://ateuves.es/wp-content/uploads/2014/10/P00240_Med-urgencias_T1_291-292.pdf

Pariaut, R. (2017). Atrial Fibrillation Current Therapies. *EL SEVIER*, 977-988. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561617300359?via%3DiHub>

Ramírez Villegas, J., & Espinosa, E. (2009). ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA. 23.

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6161/T04160.pdf;jsessionid=F0CC09E7F3F5198920EC8F30A88EF20B?sequence=1>

SANTAMARIA, G., Torio, R., & Suarez, M. (1998). electrocardiografía. *Consulta de difusión veterinaria*, 75 - 78.

<https://vdocuments.site/consulta-de-difusion-veterinaria-electrocardiografia.htm>

Song, Ogaja, Tan, Sheng Cen & Fong Lin. (2006). Heart rate variability and autonomic nerve activities in ambulatory dogs. Recuperado el 3 de septiembre de:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17946069/>

Trauffler, L., Schuller, S., Kovacevic, A., Tichy, A. (2019). Establishing reference standards for the vasovagal tonus index in a cohort of healthy French Bulldogs. Recuperado el 12 de Julio 2019 de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31782736/>

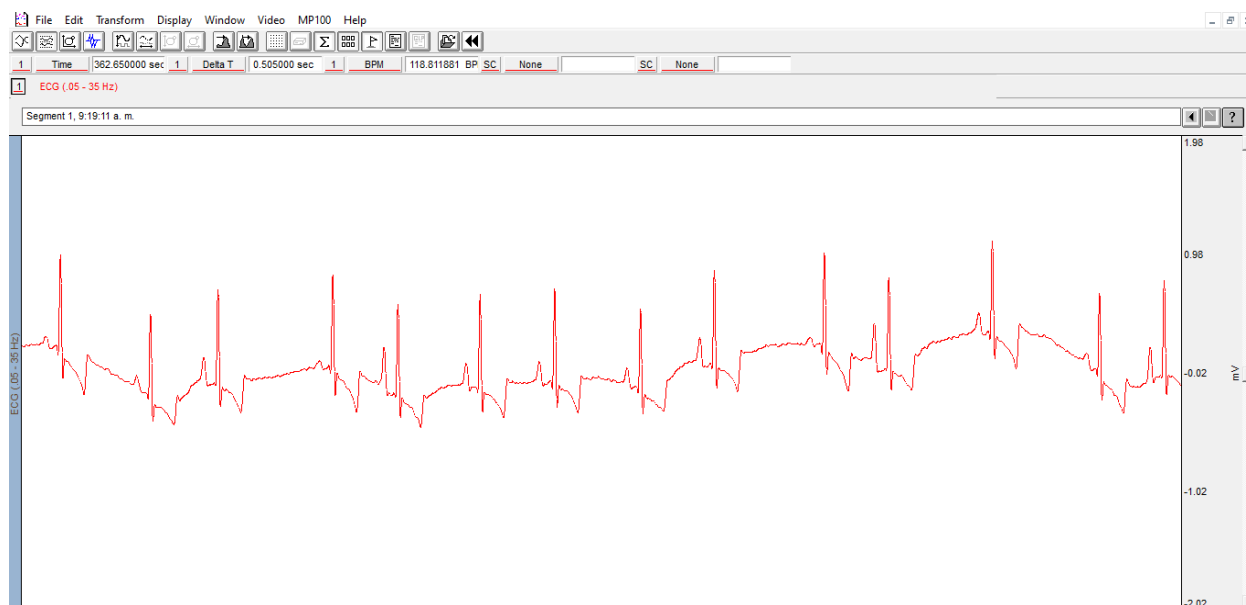
Veloza, L., C. J.-V.-T. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Colombiana de Cardiología*, 205-210.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v26n4/0120-5633-rcca-26-04-00205.pdf>

ANEXOS.

Electrocardiogramas

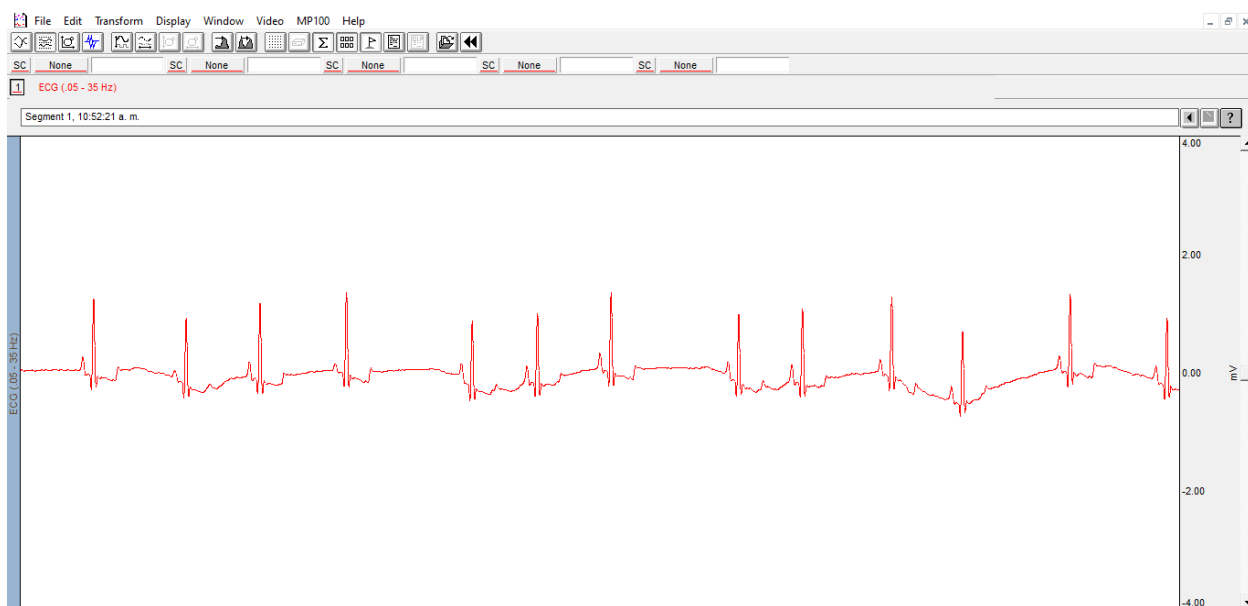
mesocéfalos



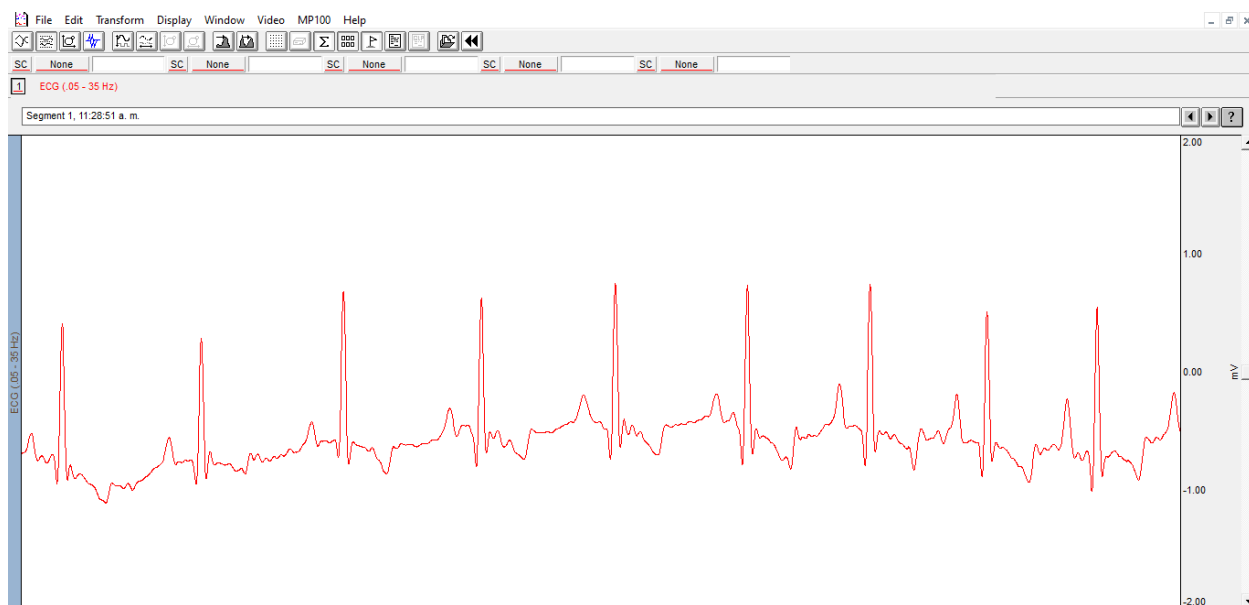
anexo 1 electrocardiograma de Poodle de 8 años (Bruno)



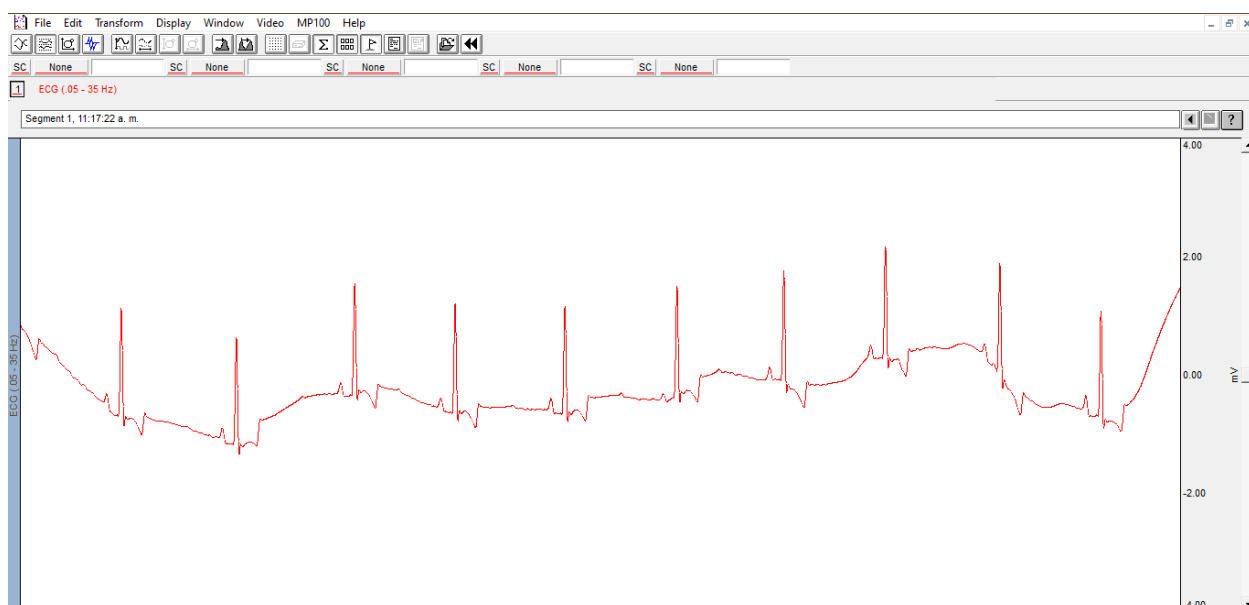
anexo 2 electrocardiograma de Cocker spaniel (Dante)



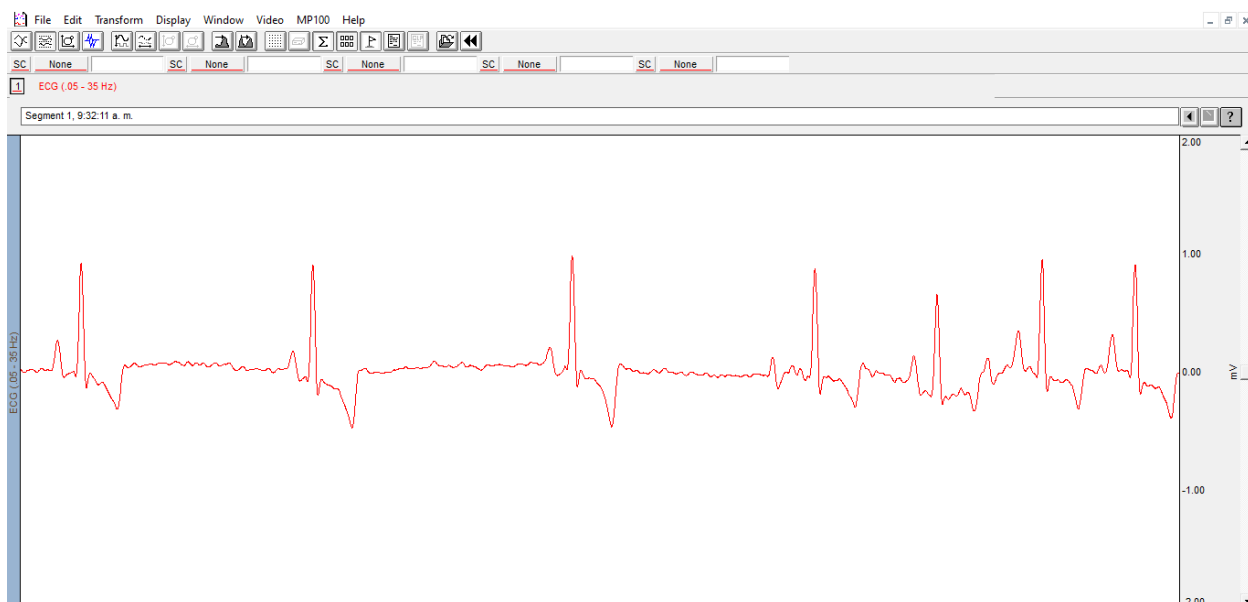
anexo 3 electrocardiograma de poodle (Gema)



anexo 4 electrocardiograma Criolla (Keila)

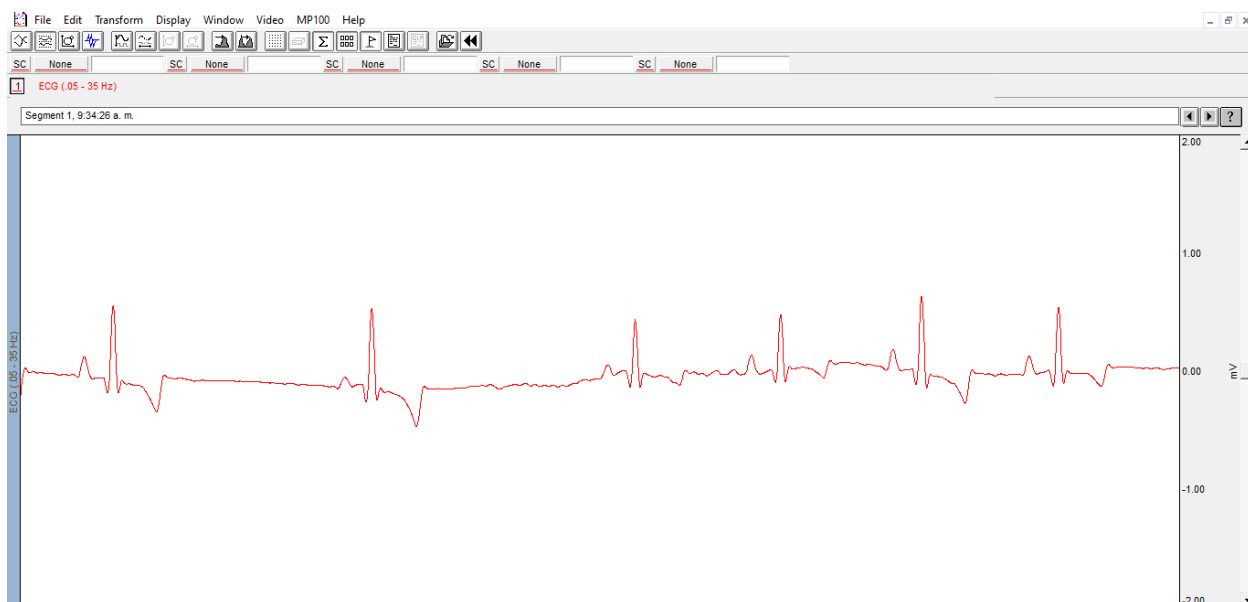


anexo 5 electrocardiograma schnauzer (Manolo)

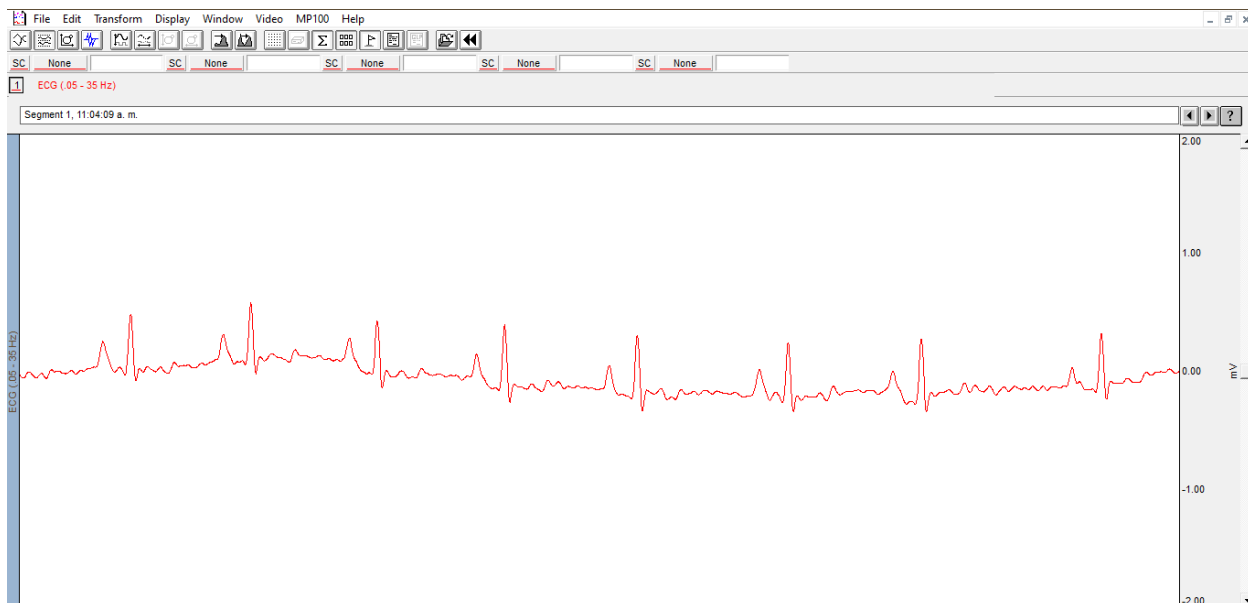


anexo 6 electrocardiograma yorkie (Nacho)

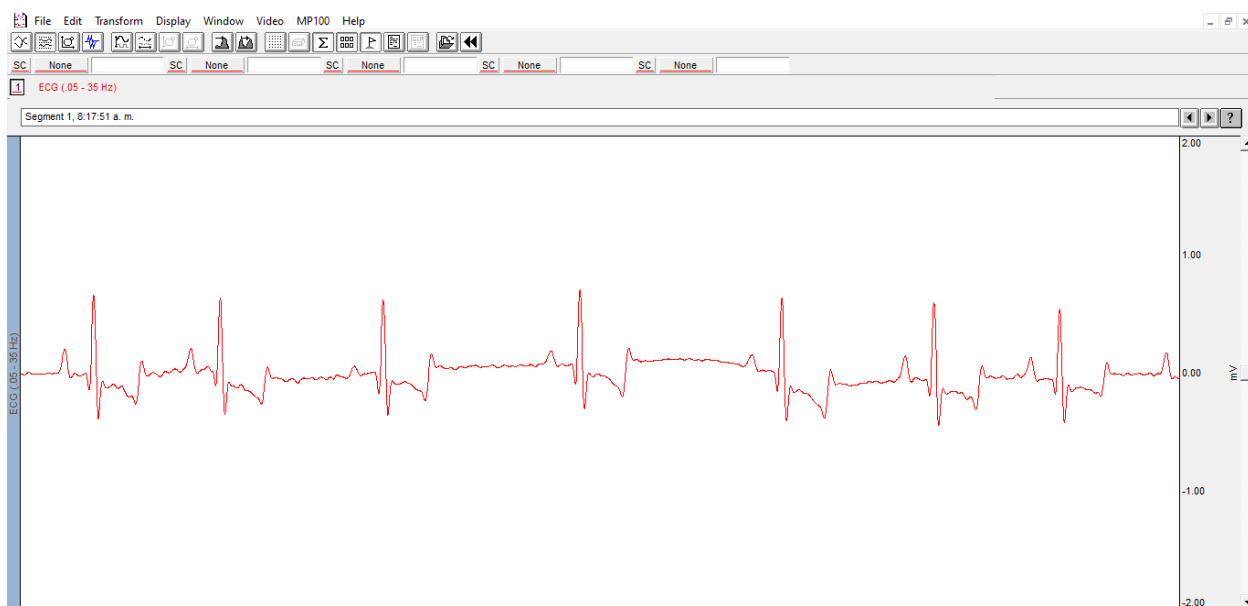
Braquicéfalos



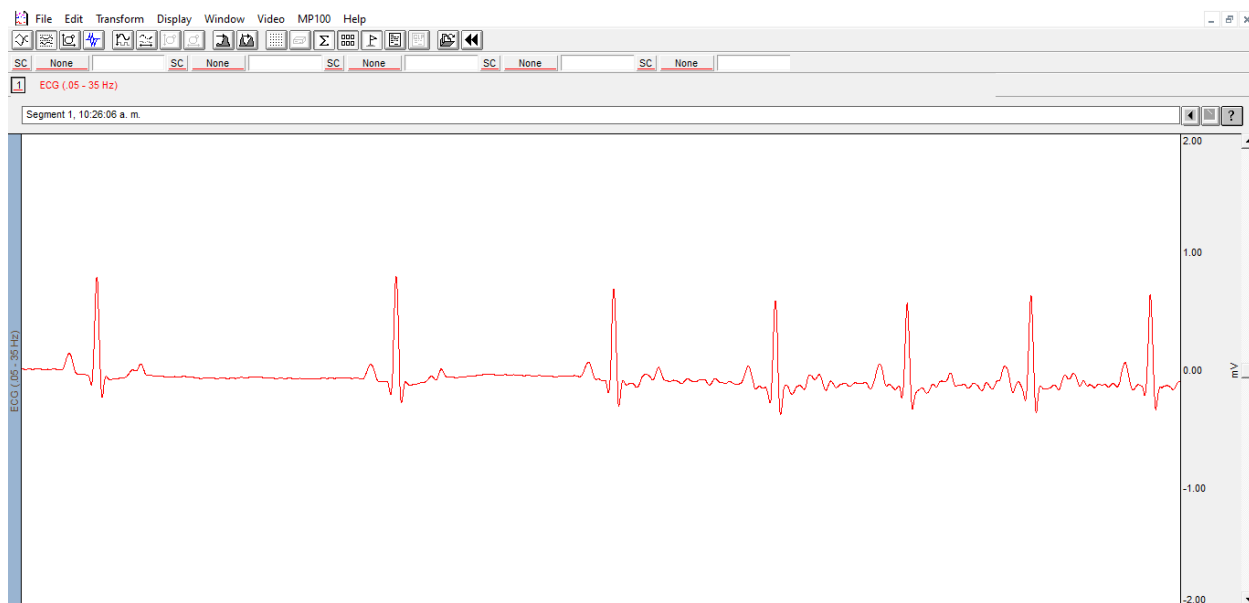
anexo 7 electrocardiograma bulldog inglés (Bob)



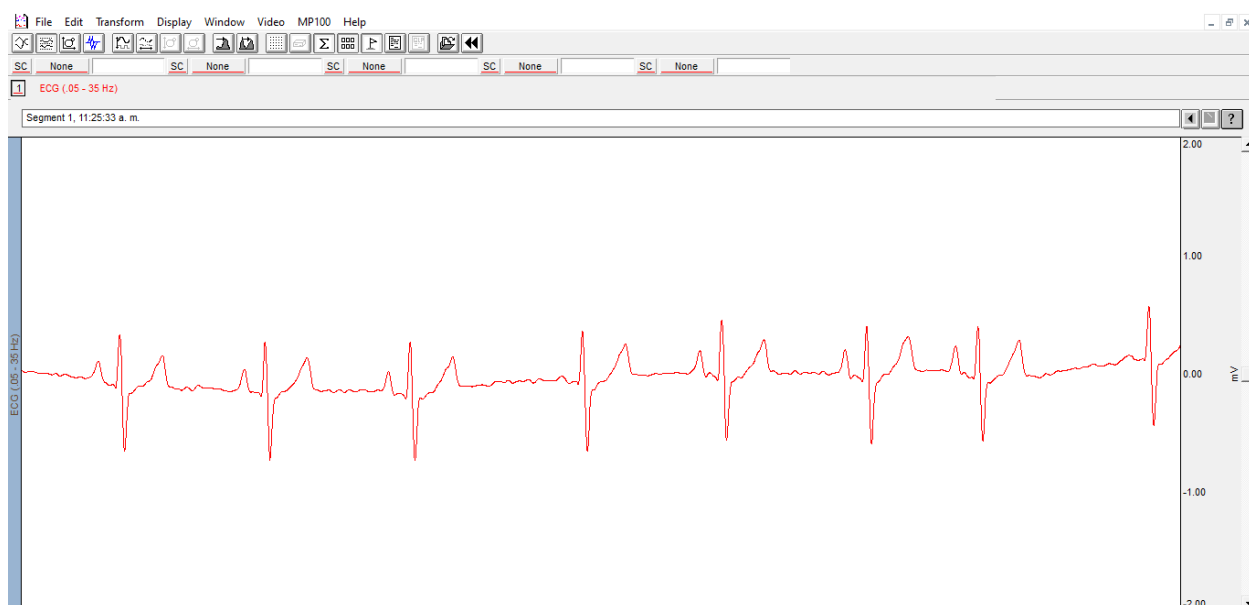
anexo 8 electrocardiograma bulldog inglés (Iris)



anexo 9 electrocardiograma de shihtzu (kira)



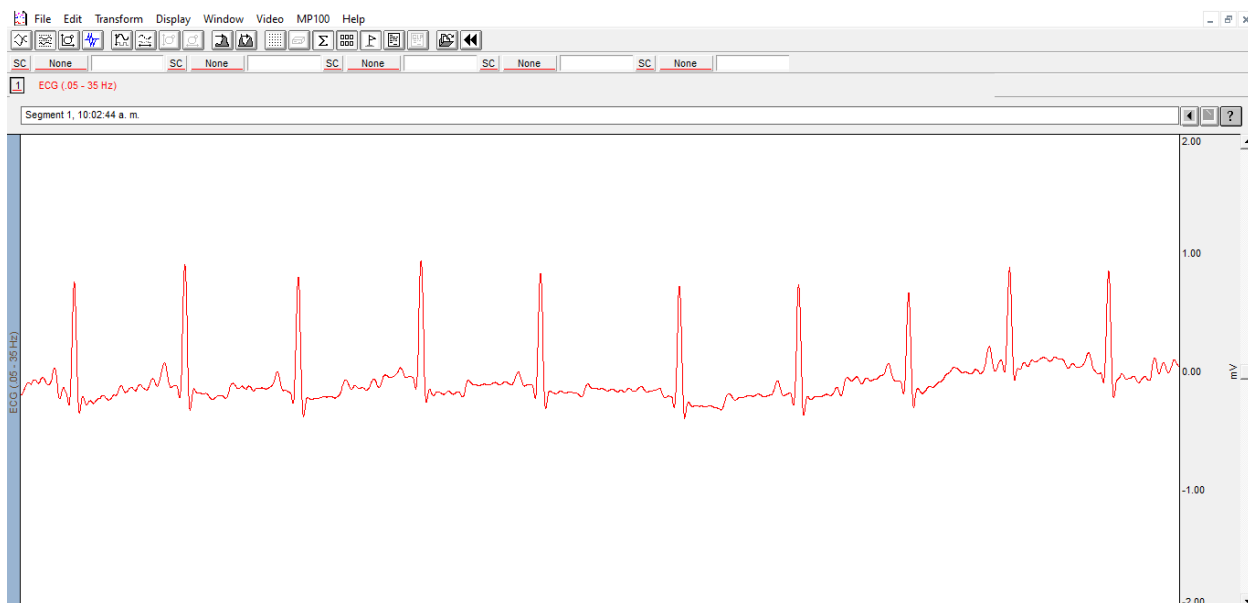
anexo 10 electrocardiograma de bulldog inglés (Magnus)



anexo 11 electrocardiograma criollo (Maximus)

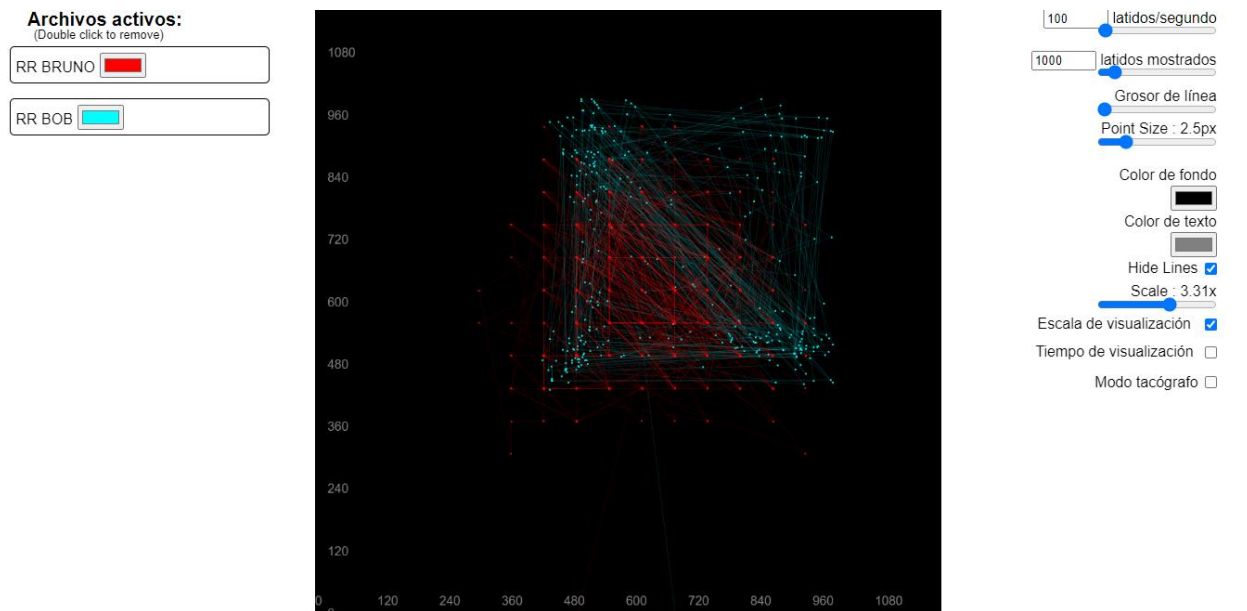


anexo 12 electrocardiograma bulldog inglés (Moana)



anexo 13 electrocardiograma bulldog frances (Wanda)

Gráficas de Poincaré

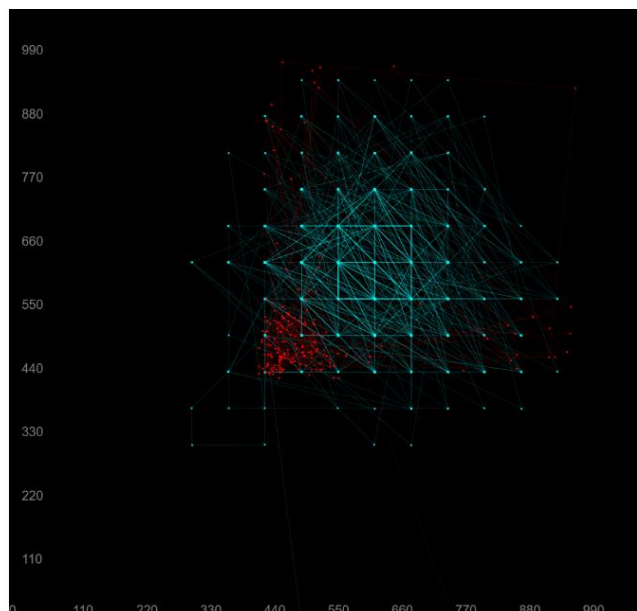


anexo 14 gráfica de Poincaré de Bruno y Bob

Archivos activos:
(Double click to remove)

RR IRIS ■

RR DANTE ■



100 latidos/segundo

1000 latidos mostrados

Grosor de línea

Point Size : 2.5px

Color de fondo

Color de texto

Hide Lines

Scale : 3.62x

Escala de visualización

Tiempo de visualización

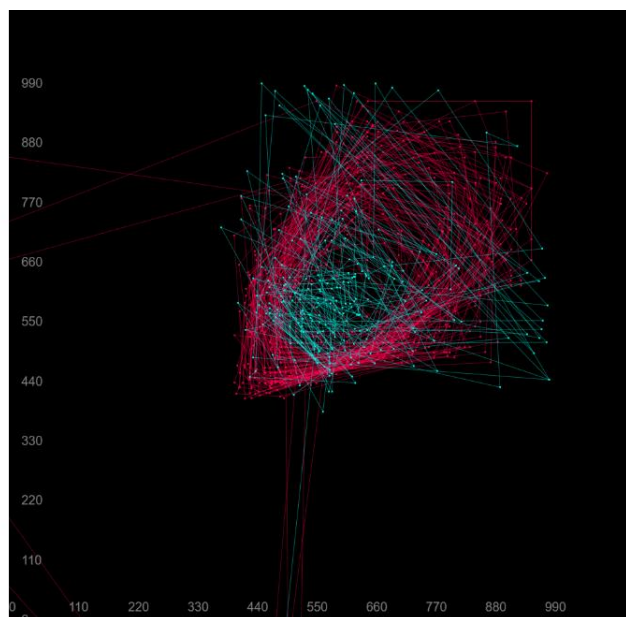
Modo tacógrafo

anexo 15 gráfica de Poincaré Iris y Dante

Archivos activos:
(Double click to remove)

RR GEMA ■

RR KIRA ■



100 latidos/segundo

1000 latidos mostrados

Grosor de línea

Point Size : 2.5px

Color de fondo

Color de texto

Hide Lines

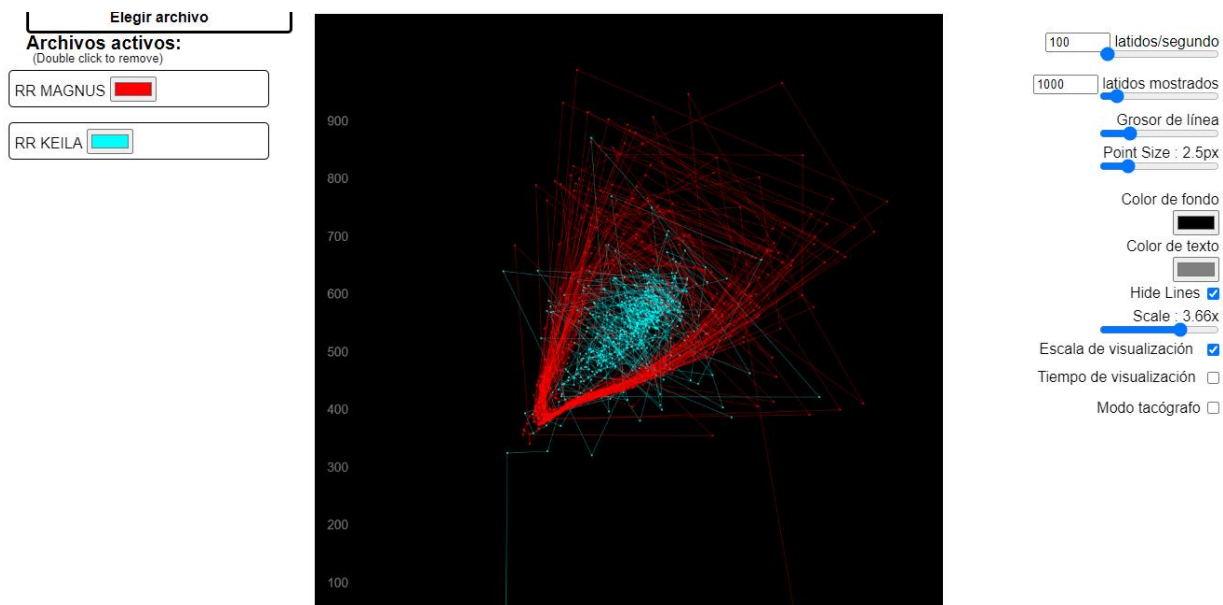
Scale : 3.43x

Escala de visualización

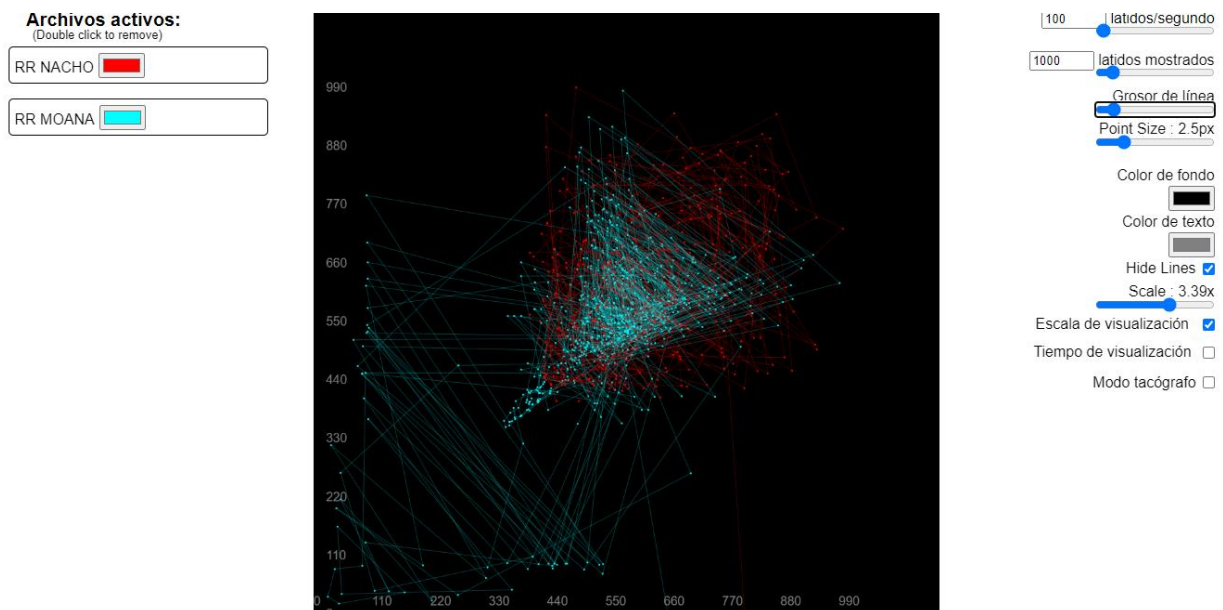
Tiempo de visualización

Modo tacógrafo

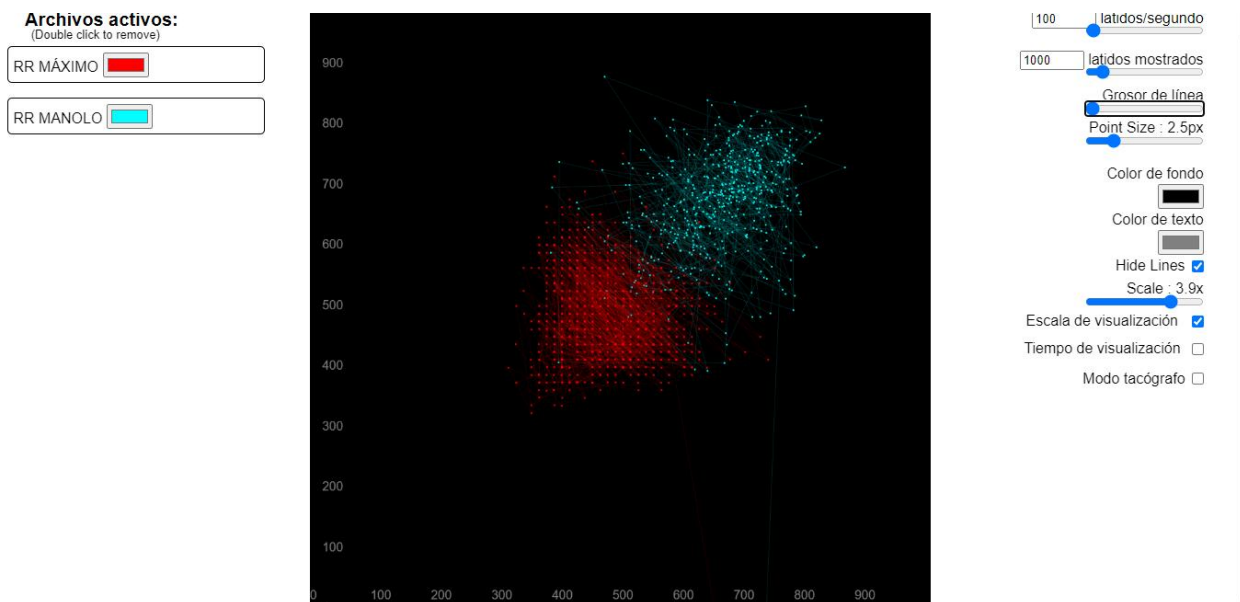
anexo 16 gráfica de Poincaré de Gema y Kiara



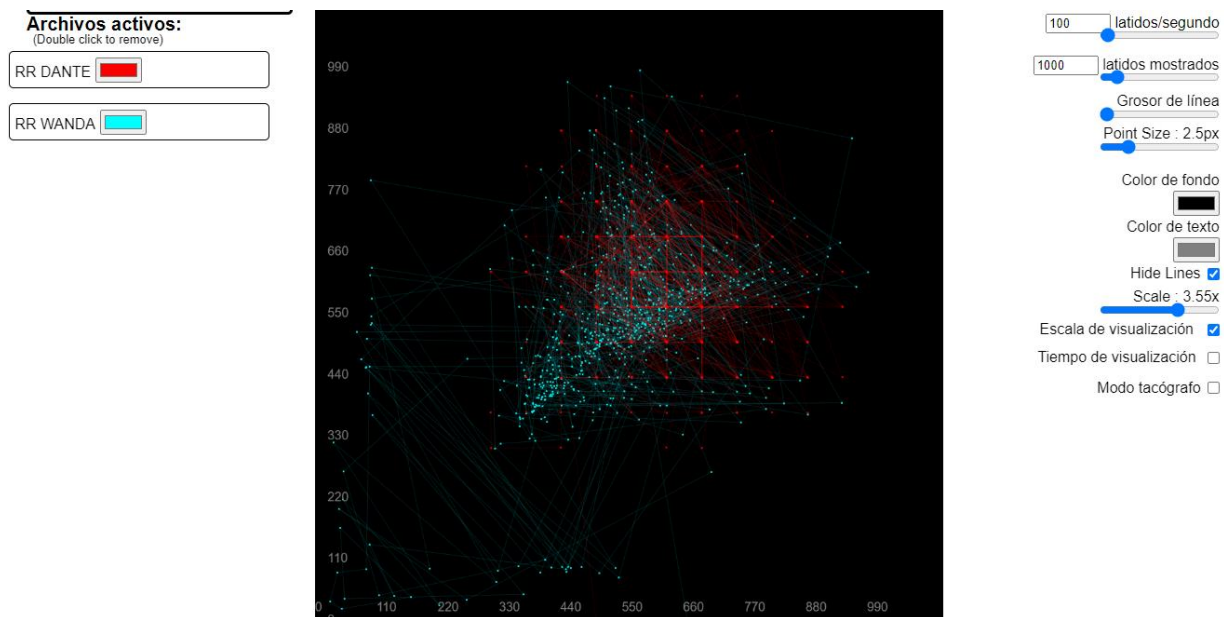
anexo 17 gráfica de Poincaré de Magnus y Keila



anexo 18 gráfica de Poincaré de Nacho y Moana



anexo 19 gráfica de Poincaré de Máximo y Manolo



anexo 20 gráfica de Poincaré de Dante y Wanda