



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**MONITOREO DE LA VARIACIÓN DEL RITMO CARDIACO EQUINO  
EN LA MANADA BAJO DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS SOCIALES  
UTILIZANDO PULSÓMETRO DIGITAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: JUAN MARTIN ORDOÑEZ MALO**

**DIRECTOR: Ing. MANUEL ESTEBAN MALDONADO CORNEJO Msc.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**MONITOREO DE LA VARIACIÓN DEL RITMO CARDIACO EQUINO  
EN LA MANADA BAJO DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS SOCIALES  
UTILIZANDO PULSÓMETRO DIGITAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: JUAN MARTIN ORDOÑEZ MALO**

**DIRECTOR: ING. MANUEL ESTEBAN MALDONADO CORNEJO Msc.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



Universidad  
Católica  
de Cuenca

## DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD

### Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Yo Juan Martin Ordoñez Malo portador de la cédula de ciudadanía N° 0105187561. Declaro ser el autor de la obra: "Monitoreo de la variación del ritmo cardiaco equino en la manada bajo diferentes circunstancias sociales utilizando pulsómetro digital", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 27 de noviembre de 2023

F:

Juan Martin Ordoñez Malo

C.I. 0105187561



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **JUAN MARTÍN ORDÓÑEZ MALO**, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:  
**MANUEL ESTEBAN  
MALDONADO CORNEJO**

x \_\_\_\_\_

ING. MANUEL ESTEBAN MALDONADO CORNEJO Msc.

**DIRECTOR**

## ÍNDICE

Resumen .....	6
ABSTRACT .....	7
Introducción .....	8
Bases Teóricas .....	10
Materiales y Métodos.....	12
Resultados.....	15
Discusión.....	20
Conclusiones .....	23
Recomendaciones .....	24
ANEXOS .....	28

## Resumen

La sincronización de la frecuencia cardíaca de la manada fue evaluada como indicador fisiológico de su comportamiento social y de bienestar animal. Para este fin se partió de la premisa que a mayor Varianza en los latidos menor sincronía y viceversa, y que conforme estos valores sean más similares, el sistema compuesto por los latidos de corazón de la manada guarda mayor sincronía, tal como sucede de manera orgánica individual, por lo cual se evaluó este parámetro estadístico en cinco experimentos donde se expuso a los animales a 5 diferentes tipos de estímulos: Reposo, Pastoreo, Huida, Trabajo y Presencia de otro Humano. Se utilizaron 4 caballos de Endurance que han convivido más de dos años juntos en la misma manada, cuya actividad cardíaca fue monitoreada mediante un pulsímetro digital de pecho antes y después de cada estímulo. Se analizó el Coeficiente de Variación (CV%), antes y después del experimento, determinándose el cambio percentil del mismo, observados que frente a una evento estresor la varianza de la frecuencia cardíaca de la manada se incrementa, mientras que frente a conductas sociales o trabajos grupales esta varianza se reduce, siendo este un indicador de armonización de las pulsaciones cardíacas, por lo que el monitoreo de la frecuencia cardíaca de la manada es un indicador plausible de bienestar animal que puede ser considerado tanto en competencias deportivas como en evaluaciones técnicas de bienestar animal de sistemas de crianza de equinos.

**Palabras clave:** manada, caballos de Endurance, frecuencia cardíaca, bienestar animal, varianza.

## ABSTRACT

Heart rate synchronization was evaluated as a physiological indicator of herd social behavior and animal welfare. For this purpose, it was assumed that the higher the variability in heartbeats, the lower the synchronization, and vice versa. As these values become more similar, the herd's heartbeats system exhibits greater synchrony, identical to what naturally occurs at an individual level. Therefore, this statistical parameter was evaluated in five experiments in which the animals were exposed to five different types of stimuli: Rest, Grazing, Flight, Work, and the Presence of another Human. Four Endurance horses that have lived together for more than two years in the same herd were used, whose cardiac activity was monitored through a digital chest heart rate monitor before and after each stimulus. The Coefficient of Variation (CV%) was analyzed before and after the experiment, determining the percentile change. It was observed that in response to a stressor event, the variance in the herd's heart rate increases. In contrast, in the presence of social behaviors or group work, this variance decreases. It is an indicator of heart rate harmonization, making herd heart rate monitoring a plausible indicator of animal welfare. It can be considered in both sports competitions and technical animal welfare assessments in equine breeding systems.

Keywords: herd, Endurance horses, heart rate, animal welfare, variance

## Introducción

Las principales vías de comunicación animal son: la química, la física, la visual y la táctil. Prácticamente, ninguna especie utiliza uno solo de los canales sensoriales como medio para transmitir información, sino que la comunicación se realiza exhibiendo múltiples señales simultáneamente, puesto que no hay ninguna de ellas que ofrezca ventajas absolutas frente a las demás en todas las circunstancias, por lo que esta comunicación compleja requiere de un complejo sistema de órganos de recepción de esta información, para tomar así una decisión (Aira & Ibañez, 2013). A diferencia de los seres humanos, los equinos emplean todos los vasos comunicantes a la misma vez, por esto, para comprender su funcionamiento y su modo ser y hacer, es necesario identificar su respuesta en contextos nuevos y desconocidos para ellos (Uriarte Aunchayna, 2020).

Los caballos son animales de manada cuyas relaciones sociales contribuyen a su estabilidad, donde el ejemplar dominante lidera a la manada principalmente a la huida (Chimeno, 2019). Es así como esta investigación se enfocó en evaluar el comportamiento de la manada equina a través del monitoreo de la variación del ritmo cardiaco como un indicador de bienestar animal.

Dentro de los indicadores de comportamiento social se consideran las interacciones entre individuos, donde el principal evaluador de la conducta es el humano (Aira & Ibañez, 2013), empero a esto existen otros factores que se consideran en el equino para su evaluación como son: apetito, comportamiento y sobre todo los signos vitales como temperatura, frecuencia respiratoria y cardiaca; factores que dan respuesta a la actividad fisiológica, biológica y conductual del caballo (Scott y Martin, 2016). donde el conocimiento de los parámetros cardiovasculares, en diferentes condiciones de esfuerzo dan respuesta a la adaptación del equino a diferentes circunstancias (Arevalo, et al., 2019).

El comportamiento de manada y su respuesta fisiológica, ya ha sido estudiado, observándose que el ritmo circadiano de los equinos es similar en la manada, reflejado en sus horas de sueño, además de hallarse evidencia en cambios metabólicos integrales en todos los animales (Piccione, et al., 2003), y ya son algunos estudios que respaldan la hipótesis de la importancia psicológica de la manada en herbívoros y sus cambios fisiológicos (Boissy, et al., 1997), afectando inclusive el rendimiento de los animales (Fuchs, et al 2022) y los tiempos de cambios productivos, reproductivos y sanitarios (Veissier, et al., 2017).

Uno de los principales factores en la salud equina es el control de la condición física y su relación con el entorno, esta actividad debe realizarse de forma diaria (Scott y Martin, 2016) donde específicamente en medicina deportiva el determinar las constantes fisiológicas permite establecer un parámetro de evaluación clínica para preparar y entender a un equino (Chaparro Mantilla, 2015).

Otro aspecto a considerar es la relación estrecha existente en la psicología de los caballos es la relación que tienen con el humano siendo aspecto uno de los cuatro pilares fundamentales junto a las capacidades físicas, técnicas y tácticas, del caballo de deporte y el que más investigación requiere (Barros Guerrero & Dosil Díaz, 2016). Cuando hablamos de animales deportivos, el Endurance es el único deporte practicado donde se puede valorar la relación del jinete con el caballo, y el bienestar del mismo, en circunstancias de trabajo mediante la evaluación de su ritmo cardiaco, entre otros indicadores (Trigo, 2011). La evaluación del rendimiento en esta competencia resulta primordial en esta investigación ya que justifica su aplicación práctica y fundamenta la base teórica del indicador.

Los animales que alcanzan esta condición sanitaria optima, sumada a una buena alimentación y un estado mental positivo, alcanzan el bienestar (Agrocalidad, 2020). Contemplando diversos aspectos básicos como el funcionamiento óptimo y positivo del organismo, considerando que esté no tenga emociones hostiles, por ejemplo, dolor o miedo crónico, lo que le dé la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie (Moreno Jaramillo, 2020).

La salud del animal es algo integral que va más allá de lo físico y fisiológico, por lo que crear las condiciones ambientales ideales que proporcionen un medio agradable y adecuado a las necesidades y exigencias de los equinos, permite potencializar su bienestar (Alarcón Solís, 2014). Esto va a ayudar a mantener al caballo a gusto y con buen carácter, y sin estrés.

El estrés se origina por diversos factores, uno de ellos es de forma natural por la interacción con su medio ambiente: conformado por temperatura, el calor, estacionalidad, horas luz, socialización, temperamento de la raza, etc; también de forma inducida, causada por el ser humano como ejemplo: un inadecuado manejo del personal, instalaciones no aptas, alimentaciones deficientes en la distintas etapas de vida del animal, entrenamiento donde se le someta al maltrato, descuido médico o falta de higiene etc. Todos estos problemas desencadenan en el animal cambios hormonales y problemas físicos (Cordova Izquierdo & Villa Mancera, 2017).

En este caso al testear la respuesta fisiológica cardiaca de la manada equina ante diferentes estímulos ambientales y desafíos sociales, permitió relacionar la respuesta fisiológica cardiaca de la manada como un indicador de bienestar animal y estado mental positivo, y así se pretendió probar la existencia teórica de sincronización cardiaca inter e intra especie bajo circunstancias de trabajo; lo que permitió resolver la hipótesis de que, cuando los equinos son sujetos a diferentes estímulos sociales las variaciones del ritmo cardiaco de los mismos guardan correlación positiva con las variaciones del ritmo cardiaco de la manada.

## Bases Teóricas

El proceso de domesticación del caballo (*Equus ferus caballus*) ha tenido un impacto significativo en la historia de la humanidad lo que ha generado una relación cercana entre humanos y caballos, impulsando avances en la ganadería, la agricultura y la economía, en donde la domesticación del caballo ha disminuido la diversidad genética en busca de ejemplares que se adapten a un trabajo específico pero también ha generado comportamientos anormales en relación a los caballos en estado salvaje (Perez Palao, 2019).

Conforme el paso de la historia la relación entre caballos y humanidad se ha ido consolidando, y si bien el rol que tiene la especie en la historia viene cambiando en la actualidad; el cuidado en relación a los equinos cada vez es más específico y constructivo, enfocado en identificar los ambientes más sostenibles que promuevan el bienestar de los animales (Agüera Carmona, 2009), donde es importante considerar cuatro aspectos claves: la alimentación adecuada, el alojamiento apropiado, la salud general y el estado emocional, donde los caballos no deben experimentar emociones negativas crónicas o intensas, como el miedo, el dolor o la frustración, teniendo en cuenta estos principios del Bienestar Animal que se basan en las 5 libertades, las cuales tienen inclusive un impacto legal local (Moreno Jaramillo, 2020).

Para evaluar este comportamiento se propone el uso y aplicación de un Etograma de la manada equina. El Etograma No social del caballo incluye las acciones que este tiene con su entorno y su conducta individual, estudiando dentro de la alimentación su relación con el alimento, el hidratarse y los materiales usados para este fin, además se estudia el proceso de reposo y la forma de desplazamiento de cada individuo (Zapata y Raimonda, 2021). El Etograma social del caballo en cambio incluye conductas afiliativas como: acicalamiento mutuo, juego, olfateo mutuo, acercamiento, entre otras; así como el estudio de conductas agresivas como: mordidas, patadas, empujones, entre otras (Zapata y Raimonda, 2022). La evaluación de la conducta y la relación de los animales con su entorno deben ser realizados a través de variables identificadas en su Etograma, pero también debe incluir variaciones fisiológicas como la frecuencia cardíaca que resulta un indicador fiable de la relación del equino con el ambiente (Palacios Heras, et al., 2023).

El vínculo entre humanos y caballos es una relación única que se basa en la comunicación y la comprensión mutua. El estudio y la interpretación del lenguaje corporal equino permiten evitar conflictos innecesarios en las interacciones entre las dos especies contribuyendo a una relación más armoniosa (Aira & Ibañez, 2013). La relación con los caballos no solo tiene un impacto psicológico en los humanos, sino que también ofrece beneficios a nivel físico, como mejoras en la motricidad, la articulación y la musculatura. Estos beneficios se basan en las características naturales del caballo y en cómo interactúa con el ser humano. (Ferrari & Gonzalez, 2018)

Los caballos tienen la capacidad de leer las emociones humanas y responder en consecuencia. Para establecer una comunicación efectiva, los humanos deben desarrollar una aguda conciencia de su propio lenguaje corporal y ser conscientes de lo que están comunicando a través de él. (Ferrari & Gonzalez, 2018). Los resultados de este vínculo se ven reflejados en un mejor resultado en los procesos de adiestramiento de los animales (Palacios Heras, et al., 2023) y por ende en sus resultados deportivos.

### **Metabolismo basal y cardíaco**

Los caballos adultos normales tienen un ritmo cardíaco que oscila entre 28 y 40 latidos por minuto, sin embargo, este ritmo puede variar según la edad y las circunstancias, donde por ejemplo, los potros recién nacidos pueden tener un ritmo cardíaco de 80 a 120 latidos por minuto, mientras que los potros más grandes tienen un ritmo de 60 a 80 latidos por minuto, y los potros de un año pueden tener un ritmo de 40 a 60 latidos por minuto. El ritmo cardíaco es un indicador de la condición física de un caballo donde un caballo en buena forma física puede tener un ritmo cardíaco elevado durante el ejercicio intenso, pero este ritmo debería volver a la normalidad en un período de 15 minutos a una hora después de que el caballo haya dejado de trabajar. Los caballos que participan en pruebas de resistencia y carreras de campo traviesa en buena forma pueden tener ritmos cardíacos de hasta 125 latidos por minuto o más al llegar al punto de control, pero se recuperarán a menos de 70 latidos por minuto en 10 a 15 minutos (Scott y Martin, 2016).

El ejercicio físico tiene un impacto significativo en el metabolismo de los caballos, afectando procesos en los músculos, el hígado y el tejido adiposo. Este aumento en la actividad metabólica proporciona la energía necesaria para el trabajo muscular y conlleva un mayor consumo de oxígeno, una mayor actividad cardíaca y respiratoria, y una función hemodinámica adecuada. Además, el sistema neuroendocrino juega un papel clave en la regulación metabólica durante el ejercicio y en las adaptaciones al entrenamiento y la competencia. (Galindo Orozco, 2007)

### **Ritmo Circadiano: Horas de vigilia y de sueño**

El ritmo circadiano, que se refiere a los ciclos naturales de actividad y descanso en un período de aproximadamente 24 horas, es un factor importante en la vida de los caballos y tiene un impacto en su comportamiento, en particular en sus horas de vigilia y sueño, lo cuales en su mayoría este afecta el comportamiento de los animales, incluyendo los caballos, y está estrechamente relacionado con su entorno y a los factores ambientales, siendo el más importante la luz natural, la cual regula muchos procesos biológicos (Correa & Fernandez, 2017).

## **Materiales y Métodos**

El presente estudio de investigación inferencial radica en la identificación del ritmo cardíaco como un indicador sustancial de bienestar animal, mediante el monitoreo constante de sus variaciones. Este enfoque permitirá una explicación exhaustiva de los efectos y reacciones que los animales manifiestan en respuesta a estímulos específicos. Esta investigación adopta una metodología exploratoria, relacional y causal (Fidias, 2006) para lograr sus objetivos.

El estudio se realizó en el Rancho San Juan, localizado en Iruquis, Victoria del Portete, dentro del sector de Tarqui, en la ciudad de Cuenca, provincia de Azuay. Se seleccionó una manada controlada compuesta por 4 equinos de trabajo, en la que se llevaron a cabo 20 monitoreos controlados, utilizando un pulsímetro digital. Estas 20 sesiones se dividieron en 5 eventos cada uno con 4 repeticiones bajo condiciones similares, a las mismas horas del día, en el mismo lugar. Los eventos fueron los siguientes: reposo, pastoreo, huida, trabajo y la interacción con un humano desconocido.

La manada en estudio consto de 4 caballos de trabajo deportivo, cuyos pesos oscilaban entre 400 y 515 kg. Estos equinos, con edades comprendidas entre 6 y 10 años y alzadas entre 150 cm y 156 cm, han compartido el mismo entorno y espacio durante dos años. Además, han sido sometidos a un régimen de entrenamiento deportivo para competencias de Endurance y se han acostumbrado a la presencia humana.

El protocolo experimental se dividió en 5 eventos denominados E1, E2, E3, E4 y E5. Para llevar a cabo la toma de mediciones, se aplicaron pulsímetros de la marca Polar, modelo: H10 Galoppo, en la región dorsal de la cavidad torácica de cada equino. Cada medición del ritmo cardíaco se efectuó considerando la necesidad de que el caballo se encontrara en un estado de calma, reposo, enfriamiento y relajación. Estas condiciones son cruciales dado que diversos factores pueden influir en el ritmo cardíaco de un caballo (Scott y Martin, 2016).

Para garantizar una colocación precisa del pulsímetro en conformidad con la anatomía equina, se procedió inicialmente a posicionar el dispositivo a la altura de la base de la cruz del caballo. Esta ubicación estratégica se eligió debido a su proximidad al corazón y su correspondiente área de actividad eléctrica, lo que permite una detección más precisa de las variaciones en el ritmo cardíaco. Con el propósito de minimizar la interferencia con la actividad normal del equino, se optó por fijar el sensor en el lado izquierdo del cuerpo, una región que presenta una menor probabilidad de interferencias externas y movimientos bruscos.

Para asegurar la adherencia óptima del pulsímetro y así facilitar una transmisión de señal fluida y constante, se recomendó la aplicación de una ligera humedad en la banda antes de su colocación. Esta práctica ayuda a crear un sello efectivo entre la superficie de la piel del animal y la banda del

pulsímetro. La humedad favorece la conformación de un contacto íntimo entre la banda y la piel, reduciendo la posibilidad de desplazamientos o interrupciones en la lectura de los impulsos cardíacos. Dicha recomendación se sustenta en estudios previos que han demostrado cómo la humedad facilita la transferencia de señales eléctricas a través de la piel, mejorando la calidad y precisión de las mediciones (Smith et al., 2019). La Figura 1 adjunta al presente escrito ofrece una representación visual detallada de la correcta colocación del pulsímetro en un equino.



**Figura 1.** Colocación de Pulsímetro

En conjunto, los experimentos fueron distribuidos de la siguiente forma:

*Experimento 1 (E1) - Reposo:*

En este experimento, el objetivo fue evaluar la frecuencia cardíaca de la manada en dos situaciones distintas: en reposo y durante el pastoreo. Para ello, se tomó la medida de la frecuencia cardíaca mientras los equinos se encontraban en un estado de reposo, es decir. Posteriormente, se replicó la medición en un escenario similar al lugar de pastoreo, donde los caballos pudieran interactuar de forma natural con su entorno. Se permitió que los equinos pastorearan permanezcan en la misma zona durante 20 minutos y luego se realizó una segunda medición de su frecuencia cardíaca. Esto permitió comparar cómo la actividad cardíaca *in situ*, en el estado de reposo.

*Experimento 2 (E2) - Frecuencia Cardíaca durante el Pastoreo:*

En este experimento, el enfoque se centró específicamente en el pastoreo de la manada. Se comenzó midiendo la frecuencia cardíaca mientras los caballos estaban en reposo y luego se inició el proceso de pastoreo. Después de 20 minutos de pastoreo continuo, se tomó una segunda medida de la frecuencia cardíaca.

*Experimento 3 (E3) - Reacción a un Estímulo Externo (Huida):*

En este experimento, se analizó cómo la manada reacciona a un estímulo externo, en este caso, para evaluar una situación de huida. Se empezó por tomar la medida inicial de la frecuencia cardíaca de la manada en reposo. Posteriormente, se sometió a los equinos a un estímulo que indujo una respuesta de huida, seguido de un período de reposo. Después de 10 minutos del estímulo de huida, se tomó una tercera medida de la frecuencia cardíaca.

*Experimento 4 (E4) - Actividad en Terreno Irregular (Trabajo):*

En este experimento, se evaluó la respuesta cardiovascular de la manada mientras realizan una actividad de trabajo de Endurace en un terreno irregular. Se llevó a cabo un seguimiento mientras los caballos entrenaban en dicho terreno durante 40 minutos, midiendo igual la frecuencia antes y después del ejercicio, comparando el ritmo cardíaco del trabajo contra la manada en reposo.

*Experimento 5 (E5) - Reacción a la Presencia Humana Desconocida:*

En este experimento, se investigó cómo la manada respondía a la presencia de un humano desconocido y los cambios que esto ocasiona con relación a la manada en reposo. Se cuantificó la frecuencia cardíaca antes que el humano desconocido se aproxime a la manada. Se permitió que el humano acariciara a los caballos 10 minutos y después de esos 10 minutos, se tomó una última medida de la frecuencia cardíaca.

Se monitoreo la varianza inicial frente a la final; es decir antes y después del estímulo o trabajo, considerando que los animales entran en sincronía cuando la varianza ( $s^2$ ), es menor y no están en sincronía cuando esta es mayor.

Se analizó el Coeficiente de Variación (CV%) y el coeficiente de relación entre las pulsaciones iniciales y finales ( $r^2$ ).

Los resultados fueron analizados en el programa Minitab (2021) y graficados en Excel Office 2013.

## Resultados

La variabilidad de respuesta frente a cada repetición al inicio de cada experimento no fue significativa para: Reposo ( $p=0,894$ ) Pastoreo ( $p=0,792$ ) y Presencia de Desconocido ( $p=0,760$ ), lo que garantiza la homogeneidad de los 5 eventos, lo que permite mayor robustez en el efecto del estímulo, al contrario de que si hubo diferencias para los eventos de Huida ( $p=0,001$ ) sin un orden cronológico particular, lo que debería estar asociado al estímulo utilizado y para Trabajo ( $p=0,033$ ); siendo esto evidencia de un efecto de habituación dado que las últimas sesiones son más homogéneas que las primeras (CV% de la Repetición 1=6,25%; frente al CV% de la Repetición 4=4,23%).

La variabilidad de respuesta frente a cada repetición al final de cada experimento no fue significativa para: Reposo ( $p=0,919$ ) Pastoreo ( $p=0,530$ ) y Presencia de Desconocido ( $p=0,339$ ), más si hubo diferencias para Huida ( $p=0,002$ ) y Trabajo ( $p=0,050$ ), siendo esto evidencia de un efecto de habituación dado que las últimas sesiones son más homogéneas que las primeras (CV% de la Repetición 1=5,65%; frente al CV% de la Repetición 4=2,27%).

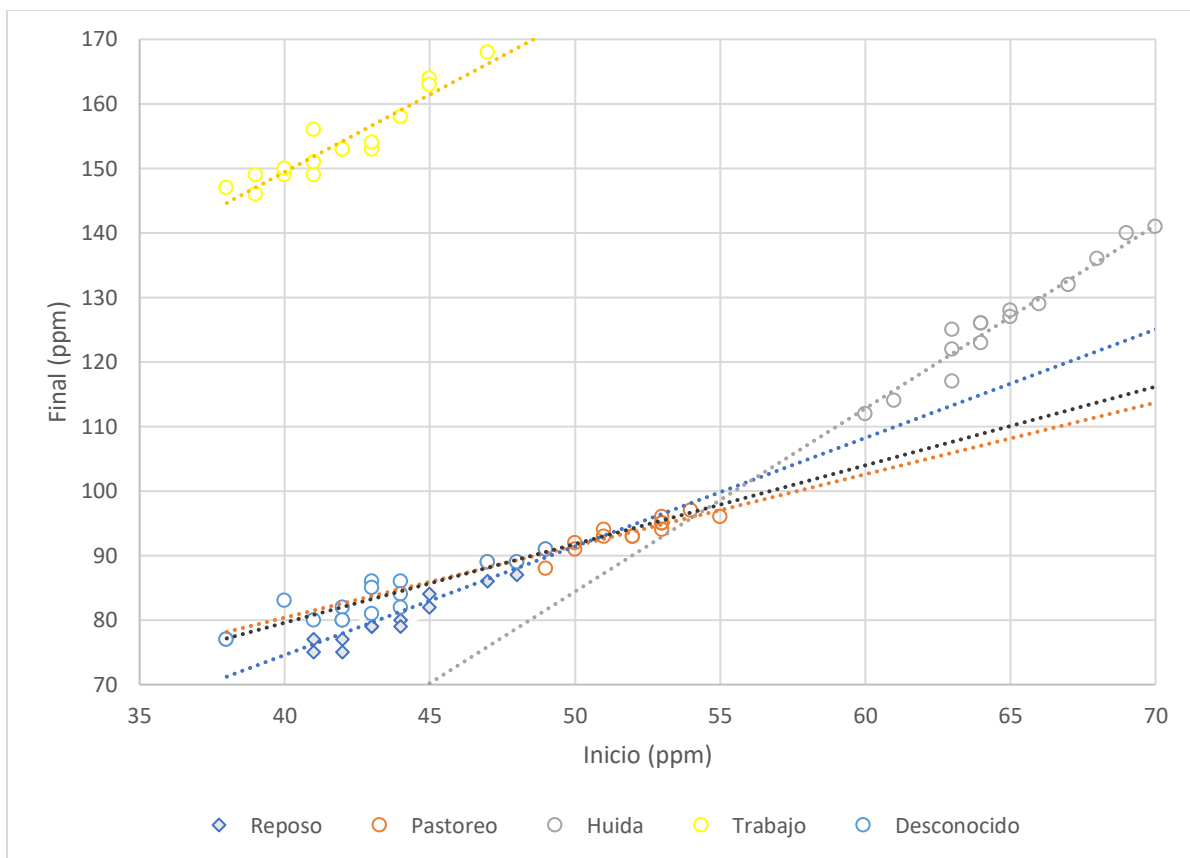
La variabilidad de respuesta frente a cada animal de estudio al inicio de cada experimento no fue significativa para: Reposo ( $p=0,145$ ) Pastoreo ( $p=0,189$ ), Presencia de Desconocido ( $p=0,131$ ), Huida ( $p=0,886$ ) y Trabajo ( $p=0,560$ ), siendo esto evidencia de que no existe un factor de diferenciación individual. Así como la variabilidad de respuesta frente a cada animal de estudio al final de cada experimento no fue significativa para: Reposo ( $p=0,601$ ) Pastoreo ( $p=0,419$ ), Huida ( $p=0,888$ ) y Trabajo ( $p=0,260$ ), y solo existiendo diferencia individual en la Presencia de Desconocido ( $p=0,002$ ). Este factor se justifica en lo mencionado por Barris Guerrero y Bosil Díaz (2016) quienes recalcan una diferenciación individual en las relaciones con del humano con los equinos.

**Cuadro 1.** Medias y Variación de la Frecuencia Cardíaca (ppm)

	Antes del Evento (ppm)	Después del Evento (ppm)	Incremento %
Experimento No° 1 Manada en Reposo	43,64(+/- 1,96)	80,68(+/- 3,84)	184%
Experimento No° 2 Manada en Pastoreo	51,25(+/- 2,26)	92,87(+/- 2,70)	181%
Experimento No° 3 Manada en Huida	65,25(+/- 3,25)	127,68(+/- 9,42)	195%
Experimento No° 4 Manada en Trabajo	41,87(+/- 2,51)	153,93(+/- 6,39)	367%
Experimento No° 5 Reaccion a presencia de Humano Desconocido	43,01(+/- 3,11)	83,25(+/- 4,18)	193%

La media de los 5 experimentos y su incremento sobre el inicio se observa en el Cuadro 1, donde se observa un similar e inferior inicio en el Experimento N° 1,4 y 5, donde la manada esta relajada, mientras los eventos de los experimentos N° 2 y 3 inician con una mayor frecuencia debido a que la manada está libre más no relajada. Una vez presentado el trabajo o el estímulo la manada se altera incrementando también de forma similar en los experimentos N° 1,2,3 y 5; mientras cuando la manada trabaja el incremento de la frecuencia es significativamente mayor.

Una vez establecidas las medias se analizó la variabilidad individual y grupal para cada grupo antes y después de cada evento, visualizándose en la Figura 3, la misma.



**Figura 2.** Relación del Cambio de la Frecuencia Cardiaca (ppm) Inicio y Final

Con relación al Experimento N°1 de la Manada en Reposo el CV% de la manada varia de 4,49% a 4,76% después de media hora de observación, incrementando en un 5,87% la variación (s2) de las pulsaciones de la población con un coeficiente de correlación de 0,86; siendo esto una línea base de esta población.

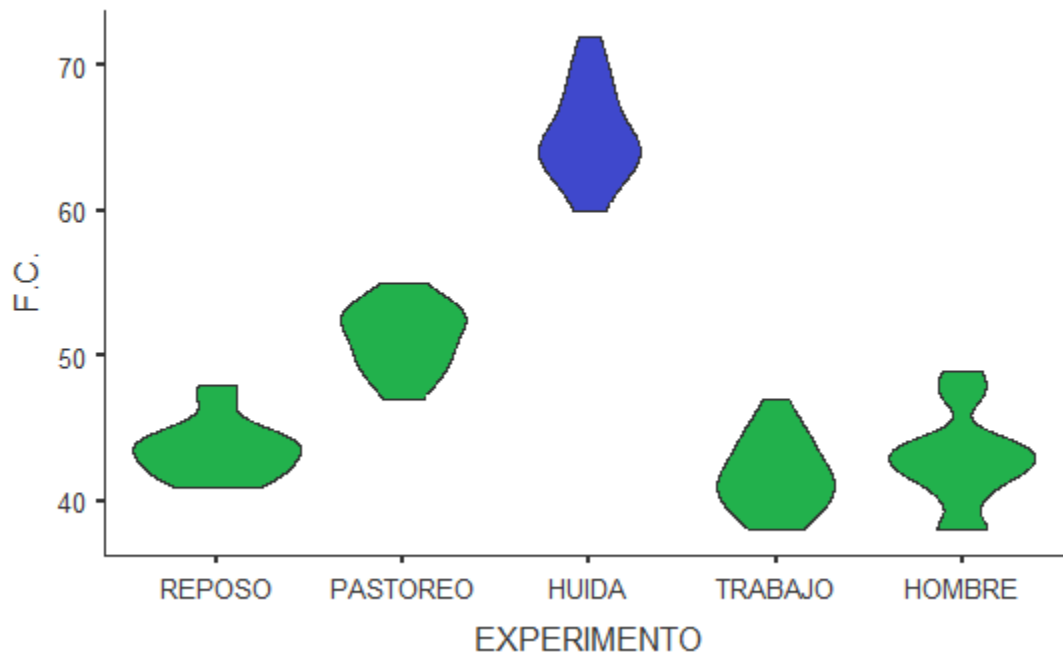
En relación al Experimento N°2 de la Manada en Pastoreo, el CV% de la manada cambia de 4,42% que es un valor similar al de la línea base, a un valor menor de 2,91% después de media hora de observación en campo, disminuyendo en un 34,12% la variación (s2) de las pulsaciones de la población, con un coeficiente de correlación de 0,93; siendo esto un indicador de homogenización de la variación de los latidos de la manada cuando esta pastorea en conjunto.

Con relación al Experimento N°3 de la Manada en Huida, el CV% de la manada varía de 4,98% inicial a 9,45% después del estímulo que precipita la huida de la manada. Incrementando la variación (s2) de las pulsaciones en un 47,91% con un coeficiente de correlación de 0,98 entre el antes y después; siendo esto indicador que durante un evento estresor la manada no homogeniza la variación de la frecuencia cardíaca del grupo.

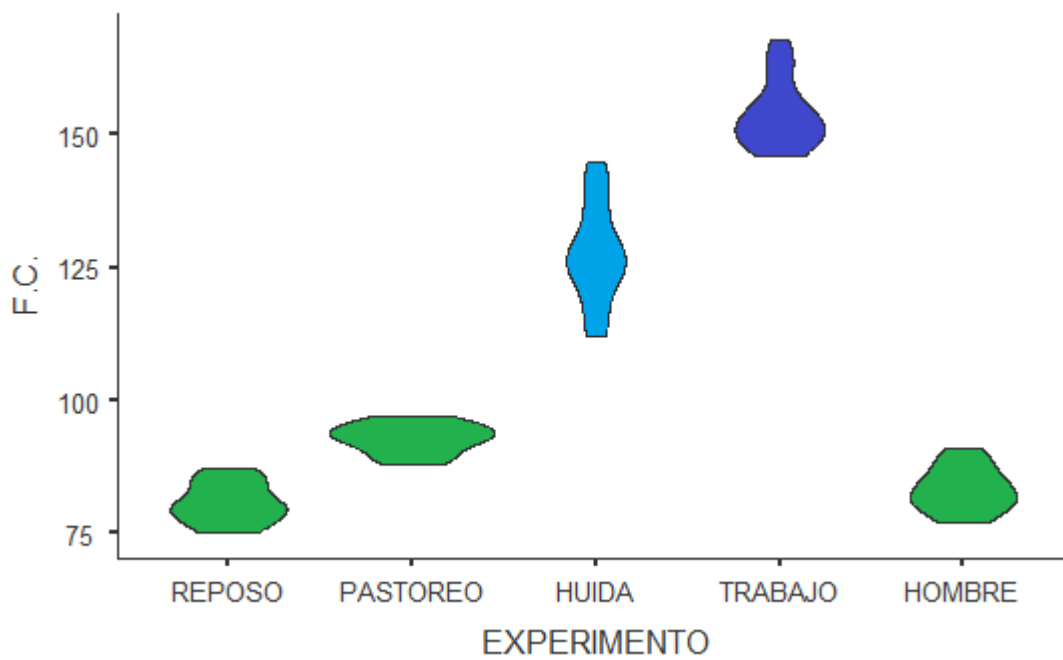
Con relación al Experimento N°4 de la Manada en Trabajo, durante una simulación de una competencia deportiva ecuestre en con animales trabajando en conjunto, el CV% de la manada inicia con 5,97% reduciendo a 4,12% conforme la manada se desplaza en forma conjunta. La variación (s2) de las pulsaciones reduce es de un 30,44% con un coeficiente de correlación de 0,94 entre el antes y después de la competencia; siendo esto indicador que durante la competencia la frecuencia cardíaca del grupo es similar en el conjunto.

Finalmente, con relación al Experimento N°5 con relación a la Presencia de un Desconocido dentro de la Manada, el CV% de la manada inicia con una varianza alta de 7,25% debido a la presencia del individuo ajeno a la misma, reduciendo a 5,02% la variación de las pulsaciones, conforme la manada va aceptando al humano. La variación (s2) de las pulsaciones reduce es de un 30,67% con un coeficiente de correlación de 0,91 entre las medidas del antes y después de la presencia del desconocido; siendo esto indicador que conforme la manada acepta al individuo y no lo considera una amenaza las pulsaciones se estabilizan aproximándose a la línea base, de la manada.

Se entiende que la frecuencia cardíaca individual de los caballos es variable, ya que estos pueden alterarse por diferentes factores externos ajenos a la experimentación y a la repetición experimentadas. En los diferentes escenarios, el animal no tiene un comportamiento lineal y predecible sin embargo es claro que la manada tiene una distribución de pulsaciones similar y que esta se ve alterada dependiendo el estímulo, al que es sometida y que conforme este es asimilado por la manada la varianza se estabiliza e inclusive se reduce.



**Figura 3.** Varianza de Frecuencia Cardiaca entre experimentos Antes del Evento



**Figura 4.** Varianza de Frecuencia Cardiaca entre experimentos Después del Evento

**Cuadro 2. ANOVA**

ANOVA - F.C.					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadratica	F	p
EXPERIMENTO	39817,81	4	9954,45	492,496	<,001
FASE	137768,91	1	137768,91	6816,115	<,001
CABALLO	219,62	3	73,21	3,622	0,015
REPETICION	87,42	3	29,14	1,441	0,234
EXPERIMENTO * FASE	31693,31	4	7923,33	392,007	<,001
EXPERIMENTO * CABALLO	329,54	12	27,46	1,359	0,196
FASE * CABALLO	9,42	3	3,14	0,155	0,926
EXPERIMENTO * FASE * CABALLO	63,24	12	5,27	0,261	0,994
Residuos	2364,83	117	20,21		

Se realizó un ANOVA multifactorial, donde el experimento presenta diferencias ( $p < 0,001$ ) entre la fase inicial y final, de todos los experimentos, de igual forma existen diferencias entre experimentos ( $p < 0,001$ ) y en la relación fase x experimento ( $p < 0,001$ ). por su parte entre los caballos, existe diferencias ( $p = 0,015$ ) entre caballos, específica y únicamente entre el individuo 1 vs individuo 2 ( $p = 0,012$ ). las demás interacciones no presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ). la figura x y figura xx, reflejan por su parte las diferencias entre los experimentos por separado, antes ( $p < 0,001$ ) y después ( $p < 0,001$ ) del evento o estímulo. los animales que fueron expuestos al estímulo de huida reflejaron una mayor frecuencia cardiaca frente al resto de eventos ( $p < 0,05$ ), y finalmente los animales expuestos a huida y en trabajo tienen una mayor frecuencia cardiaca ( $p < 0,05$ ).

## Discusión

La frecuencia cardiaca de los caballos de deporte resulta un indicador primordial de su rendimiento deportivo, tal es el caso de caballos pura sangre cuyo rango basal es de 25 a 40 ppm, ascendiendo a 150 ppm al inicio de la competencia llegando a superar las 200ppm (Arias, et al., 2006). Los animales en este estudio inician con valores ligeramente superiores a las 40ppm pudiendo estos valores reflejar un error de manejo o aclimatación al pulsímetro, sin embargo la varianza de la manada es menor con respecto al estudio previamente citado. Por ejemplo, cuando un equino es expuesto a una revisión veterinaria sus pulsaciones se incrementan a un rango de 43 a 53 ppm, debido a una falta de habituación al caballo al estímulo (Guinnefollau, et al., 2021).

Los animales en reposo en este estudio mantienen valores similares en su frecuencia cardiaca durante el primer experimento siendo los valores en un animal adulto en reposo tienen un ritmo de corazón de 28 a 40 latidos por minuto, mientras un animal adulto que está en actividad física puede alcanzar los 240 latidos por minuto. (Brett & Martin, 2016)

Caballos de trabajo sometidos a diferentes estímulos varían sus pulsaciones dependiendo las circunstancias. Un caballo de pica utilizado en la tauromaquia es en especial una raza calmada cuya frecuencia cardiaca en reposo es de 28 a 40ppm, sin embargo, se ha observado que previo al trabajo esta incrementa llegando a 152 (+/-19,1) ppm durante el contacto con el toro, es decir durante un momento de alto estrés (Lomillos Perez, 2020). Por ejemplo, si comparamos estos valores con la desviación estándar 153 (+/-6,3) ppm de los animales durante el trabajo se puede observar como el grupo de animales tiene una menor varianza y por ende su CV% es menor que un animal estresado, lo que se asocia a una manada más homogénea.

Los caballos de este estudio son de líneas de Endurance donde la principal causa de descalificación resulta los cambios metabólicos, principalmente asociados a variaciones de las frecuencias cardiacas, deshidratación y problemas intestinales; en donde se resalta la alta relación entre las pulsaciones y el confort del animal (Paiz Larrave, 2012). Falta aún profundizar en este tipo de estudios por ejemplo entender como los animales funcionan de forma conjunta e indistintamente del esfuerzo físico su respuesta cardiaca es similar como sucede en los animales que luego del Trabajo mantienen la variabilidad de sus pulsaciones como manada (CV= de 5,97% a 4,12%).

El contagio de conductas de los miembros de la misma especie se da con mayor facilidad con los nuevos miembros de la manada, lo que genera una mejor habituación de los animales (Rorvang, et al., 2015). El aumento de la frecuencia cardíaca frente a situaciones estresantes es una respuesta natural al miedo, pero esta respuesta puede ser menor si existe un contacto con miembros de la misma especie que resulta más calmado u otra especie. La respuesta fisiológica natural frente al miedo puede ser aminorada

sin embargo la conducta tarda en ser recuperada (Cainzos, et al., 2012). En esta manada existe por su parte una variación en la respuesta de la huida ( $p=0,001$ ) y una variación de la respuesta a la presencia de un nuevo miembro de la manada ( $P=0,033$ ), lo que refleja una conducta individual de cada miembro a diferentes estresores, lo que aumenta la varianza de los latidos en la población. Por otro lado, cuando la manada se encuentra en situaciones calmadas la sincronización fisiológica puede ser mayor, tal es el caso que durante el periodo de pastoreo fue cuando los animales presentaron menor variabilidad en sus latidos ( $CV= 2,91\%$ ).

Al estar en manada es como están acostumbrados a vivir los caballos entonces vimos que al estar todo el grupo junto alimentándose, siempre hay un líder y siempre un protector, buscando la armonía del grupo y que todos puedan alimentarse, beber y relajarse, si nos fijamos siempre vemos que mientras el uno come el otro levanta la cabeza a mirar su entorno y viceversa es por eso por lo que en este caso los animales armonizaron más su frecuencia durante el pastoreo.

El ritmo del corazón de un caballo normal va a subir con estímulo o miedo, por ejemplo, y va a bajar con la falta de estímulo. Un caballo enfermo puede tener un ritmo de corazón de 80 a 120 latidos por minuto por períodos largos, animales en huida o ejercicio pueden sobrepasar los 200 latidos. (Chaparro Mantilla, 2015). En este estudio los animales que huyeron alcanzaron mayor frecuencia cardiaca al inicio del experimento (65ppm), relacionándose a una posible alerta frente a un estímulo amenazador como sucede en el estudio de los caballos de picaje al momento de estar en el callejón de cuadrillas (Lomillos, et al., 2020).

El rendimiento deportivo depende mucho de factores grupales, y las formas de cooperación en el grupo (Gonzalez Hernandez & Ortin Montero, 2010). En este caso la frecuencia cardiaca estará asociada al grupo de binomios que trabajaron en este estudio y que afectan en si al rendimiento de los caballos de Endurance. Debido al prolongado tiempo en carrera, se producen fenómenos fisiológicos de una magnitud única que hacen del endurance la competición deportiva con la mayor exigencia metabólica para el caballo. Asimismo, los desequilibrios homeostáticos se presentan con una frecuencia superior a cualquier 7 otro deporte hípico, las diferencias en frecuencia cardíaca y respiratoria entre caballos exitosos y eliminados por su condición metabólica. Éste y los posteriores estudios del aparato respiratorio y sistema cardiovascular dieron sustento al reglamento veterinario de las competiciones e impusieron la conciencia del control de la frecuencia cardíaca como asesor del estado físico del animal. (Trigo, 2011). Al trabajar los animales solos o competirlos solos como es las carreras su ritmo cardiaco si varia al trabajo grupal.

La frecuencia cardiaca (FC) en equinos, aumenta de forma lineal y es directamente proporcional al aumento de la actividad física. La frecuencia cardiaca aumenta rápidamente al inicio del ejercicio, alcanzando un pico máximo en aproximadamente 30 – 45 segundos, disminuyendo luego hasta alcanzar un estado de equilibrio decreciendo rápidamente en los minutos posteriores al término del ejercicio, es

afectada por factores extrínsecos como temperatura y humedad ambiental. Durante el ejercicio la frecuencia cardiaca se aumenta para proveer al músculo de mayor flujo sanguíneo y por ende llevar a las células musculares mayor concentración de oxígeno. Es más elevada en caballos no entrenados que en caballos entrenados, pero a medida que se tenga un buen plan de entrenamiento el equino se adapta a bombear mayor flujo de sangre con una menor frecuencia cardiaca. La unidad de frecuencia cardiaca es lpm (Mejia Sandoval & Arias, 2008)

Por lo que los animales de manada al ser expuestos al trabajo en forma conjunta, sus pulsaciones pueden tener valores similares, siendo esto dato un hallazgo importante en este estudio ya que la varianza ( $s^2$ ) de las frecuencias se redujo en un 30,44% cuando las pulsaciones alcanzaron valores superiores a las 150 ppm en la manada, frente a los valores iniciales de alrededor de 40 ppm.

Finalmente, la presencia de un desconocido puede afectar al caballo por el hecho que son animales de presa entonces siempre están atentos y desconfiados a los cambios entonces al estar un extraño en la manada va a causar miedo, curiosidad y va a tomar un tiempo en que se acoplen a la presencia de esta persona o animal y todo vuelva a la normalidad.

Por ser un animal de “presa”, el caballo tuvo que desarrollar la percepción hasta un grado muy alto de sutileza, que para el hombre resulta difícil de captar. La reacción primera es el miedo a la predación. El caballo es el más perceptivo de los animales domésticos. Los órganos de los sentidos se comunican con el medio que los rodea a través del Sistema Nervioso Central (S.N.C.), es éste el nexo entre el individuo y las variaciones del ambiente. El S.N.C está compuesto por el encéfalo, dentro de la caja craneana, y la médula espinal, dentro de la columna vertebral, por eso es que esta a la defensiva frente a nuevos individuos en su entorno y esto se pudo también observar en este estudio, que también sufrió variación en los datos dependiendo la repetición de este evento. (Tula, 2011)

## Conclusiones

**Correlación positiva entre el ritmo cardíaco de los equinos y la manada:** Si los resultados respaldan la hipótesis, se podría concluir que existe una correlación positiva entre las variaciones del ritmo cardíaco de los equinos individuales y el ritmo cardíaco de la manada en respuesta a diferentes estímulos sociales. Esto sugiere que los caballos pueden influenciarse mutuamente en términos de su ritmo cardíaco en situaciones sociales

**Evaluación del bienestar animal:** Si los objetivos se logran, se podría concluir que el monitoreo del ritmo cardíaco equino es una herramienta útil para evaluar el bienestar animal en manadas de caballos. La variación en el ritmo cardíaco podría considerarse un indicador confiable de cómo responden los equinos a su entorno y a las interacciones sociales.

**Respuesta fisiológica ante estímulos sociales y desafíos ambientales:** Si se logra el objetivo de probar la respuesta fisiológica de los caballos a diferentes estímulos sociales y desafíos ambientales, se podría concluir que estos factores tienen un impacto medible en el ritmo cardíaco de los caballos. Esto proporcionaría información valiosa sobre cómo los caballos experimentan y se adaptan a su entorno social y ambiental.

**Sincronización cardíaca intra e inter especie:** Si se encuentra evidencia de sincronización cardíaca intraespecie (entre los miembros de la manada) y posiblemente inter especie (con humanos u otras especies), se podría concluir que los caballos tienen una capacidad de respuesta y adaptación social más sofisticada de lo que se pensaba anteriormente. Esto podría tener implicaciones importantes para la comprensión de la comunicación y la dinámica social de los equinos.

**Indicador de bienestar animal y estado mental positivo:** Si se establece una relación entre la respuesta fisiológica del ritmo cardíaco de la manada y el bienestar animal o el estado mental positivo, se podría concluir que el monitoreo del ritmo cardíaco es una herramienta valiosa para evaluar el estado emocional y el bienestar general de los caballos. Esto podría tener aplicaciones importantes en la gestión de caballos en entornos sociales y deportivos.

## **Recomendaciones**

Desarrollar más estudios enfocados en esta temática debido a que para muchos investigadores de esta área el tema aquí trabajado resulto de mucho interés y curiosidad, gracias a su novedad e importancia dentro del terreno de las ciencias veterinarias.

Por otro lado, este estudio podría servir como un importante referente conceptual y teórico para investigaciones enfocadas en darle continuidad al mismo, así como también aplicar estos experimentos en otros animales, lo cual arrojaría interesantes resultados, además de variados.

## Referencias consultadas:

- Agrocalidad. (Mayo de 2020). Agrocalidad. Obtenido de Agrocalidad: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/112.pdf>
- Agüera Carmona, E. (2009). Universidad de Cordova. Obtenido de Universidad de Cordova: <http://www.uco.es/organizacion/protocolo/images/documentos/memorias-cursos/2008-2009/leccion-magistral.pdf>
- Altieri M. A. Nicholls C. I. (2012). Agroecología: Única Esperanza Para la Soberanía Alimentaria y la Resiliencia Socio Ecológica. Department of Environmental Science Policy and Management, University of California Berkeley. 215 Mulford Hall.7 (2): 65-83.
- Aira, N., & Ibañez, M. (2013). Sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_equinos/produccion\\_equina\\_en\\_general/07-comunicacion\\_equinos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_equinos/produccion_equina_en_general/07-comunicacion_equinos.pdf)
- Alarcón Solís, B. (Noviembre de 2014). Universidad Veracruzana. Obtenido de Universidad Veracruzana: <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/32-Manual-de-practicas-de-zootecnia-de-equinos.pdf>
- Arévalo, A. M., Martínez, A., Ortiz, L. S., & Vargas-Pinto, P. (2019). Presencia y duración de sonidos cardíacos en caballos sanos en gran altura. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(3), 1324-1327.
- Arias, M. P., Gaviria, J., & Velez, I. C. (2006). Determinación de algunos parámetros cardiovasculares como indicadores de rendimiento deportivo en caballos de carreras purasangre-inglés (psi) del hipódromo "los comuneros" de guarne, Antioquia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428499003.pdf>
- Barros Guerrero, A., & Dosil Díaz, J. (17 de Abril de 2016). Scielo. Obtenido de Scielo: <https://scielo.isciii.es/pdf/cpd/v16n2/psicologia3.pdf>
- Boissy, A., & Le Neindre, P. (1997). Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. *Physiology & Behavior*, 61(5), 693-699.
- Brett, S. D., & Martin, M. (Febrero de 2016). Entendiendo los signos vitales de vida en caballos. Obtenido de <https://texashelp.tamu.edu/wp-content/uploads/2016/02/understanding-vital-life-signs-in-horses-spanish.pdf>
- Cainzos, R., Koscinczuk, P., Rossner, M., & Alabarce, M. (Junio de 2012). Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-68402012000100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402012000100010&lng=es&nrm=iso)
- Chaparro Mantilla, J. R. (2015). Determinación de parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y ph sanguíneo) de caballos paso fino colombiano en reposo, ejercicio y post ejercicio en la sabana de bogotá. Obtenido de ciencia la salle: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1300&context=medicina\\_veterinaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1300&context=medicina_veterinaria)

- Chimeno, P. (29 de Abril de 2019). Algunos aspectos sobre el comportamiento del caballo. Obtenido de virbac: <https://es.virbac.com/blog/ultimas-novedades/comportamiento-caballos>
- Cordova Izquierdo, A., & Villa Mancera, E. A. (2017). RCCV. Obtenido de RCCV: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ecob,+043-68.pdf>
- Correa, L. M., & Fernandez, J. L. (2017). Scielo. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v19n3/a11v19n3.pdf>
- Davis, K. M., Iwaniuk, M. E., Dennis, R. L., Harris, P. A., & Burk, A. O. (2020). Effects of grazing muzzles on behavior, voluntary exercise, and physiological stress of miniature horses housed in a herd. *Applied Animal Behaviour Science*, 232, 105108.
- Ferrari, B., & Gonzalez, G. (7 de Noviembre de 2018). Universidad Católica de Uruguay. Obtenido de Universidad Católica de Uruguay: [tpts://ucu.edu.uy/sites/default/files/VMU/equinoterapia\\_presentacion\\_final.pdf](tpts://ucu.edu.uy/sites/default/files/VMU/equinoterapia_presentacion_final.pdf)
- Fuchs, P., Adrion, F., Shafiullah, A. Z., Bruckmaier, R. M., & Umstätter, C. (2022). Detecting ultra-and circadian activity rhythms of dairy cows in automatic milking systems using the degree of functional coupling—A pilot study. *Frontiers in Animal Science*, 3, 839906.
- Galindo Orozco, C. A. (2007). *Revista de Medicina Veterinaria*. Obtenido de *Revista de Medicina Veterinaria*: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-AlteracionesMetabolicasDuranteEntrenamientoEnEquin-4943898.pdf>
- Gonzalez Hernandez, J., & Ortin Montero, F. J. (2010). Indicadores de rendimiento y cooperación deportiva. En j. G. Hernandez, *indicadores de rendimiento y cooperación deportiva* (págs. 57-61). Murcia: cuadernos de psicología del deporte.
- Guinefolau , L., Bolwell, C. F., & Gee, E. K. (Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159121001581>
- Lomillos Perez, J. (2020). CEU BIBLIOTECA. Obtenido de [https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/13389/1/Monitorizacion\\_Lomillos\\_BV\\_2020.pdf](https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/13389/1/Monitorizacion_Lomillos_BV_2020.pdf)
- Mejia Sandoval, G., & Arias, M. P. (2008). Evaluacion del estado fisico de caballos de salto mediante algunas variables fisiologicas. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 31-41
- Minitab, LLC. (2021). Minitab. Retrieved from <https://www.minitab.com>
- Moreno Jaramillo, V. (Marzo de 2020). Universidad católica de santiago de guayaquil. Obtenido de universidad católica de santiago de guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14681/1/t-ucsg-pre-tec-cmv-80.pdf>
- Paiz Larrave, L. (Mayo de 2012). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35293077.pdf>
- Palacios Heras, M. J., Moscoso, A. L., & Maldonado, M. (2023). Refuerzo del vinculo humano animal a treves de la doma natural de caballos. *Killkana sociales: Revista de Investigación Científica*, 7, 63-74.

- Perez Palao, E. (2019). Universidad D'Alacant. Obtenido de Universidad D'Alacant: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/93151/1/La\\_domesticacion\\_del\\_caballo\\_Perez\\_Palao\\_Esther.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/93151/1/La_domesticacion_del_caballo_Perez_Palao_Esther.pdf)
- Piccione, G., Arcigli, A., Costa, A., Fazio, F., & Caola, G. (2003). El ritmo circadiano de algunos metabolitos azoados en el caballo de saltos. *Medicina Veterinaria*, 20(5), 50-54
- Rorvang, M. V., Ahrendt, L. P., & Christensen, J. W. (2015). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/272837779\\_Horses\\_fail\\_to\\_use\\_social\\_learning\\_when\\_solving\\_spatial\\_detour\\_tasks](https://www.researchgate.net/publication/272837779_Horses_fail_to_use_social_learning_when_solving_spatial_detour_tasks)
- Smith, J., Johnson, A., & Garcia, M. (2019). Skin Moisture as an Electrode Interface for Wearable Sensors. *Sensors*, 19(20), 4409. <https://doi.org/10.3390/s19204409>
- Stenfelt, J., Yngvesson, J., & Rørvang, M. V. (2022). A calm companion lowers fear in groups of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(8), 6923-6935.
- Trigo, P. (2011). Universidad de Cordova. Obtenido de Universidad de Cordova: <http://www.uco.es/cemedo/wp-content/uploads/tesis-pablo-trigo1.pdf>
- Tula, R. (2011). Etología equina. Primera parte . Sitio argentino de producción animal, 39-42.
- Uriarte Aunchayna, M. C. (25 de Noviembre de 2020). Universidad Colibrí. Obtenido de Universidad Colibrí: [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29358/1/tfg\\_final\\_cecilia\\_uriarte.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29358/1/tfg_final_cecilia_uriarte.pdf)
- Veissier, I., Mialon, M. M., and Sloth, K. H. (2017). Short communication: early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. *J. Dairy Sci.* 100, 3969–3974. doi: 10.3168/jds.2016-11853
- Zapata, J., & Raimonda, J. (29 de 10 de 2021). Universidad Rey Juan Carlos. Obtenido de Universidad Rey Juan Carlos: <https://catedraanimalesysociedad.org/comportamientoequino/>

## ANEXOS







































Universidad  
Católica  
de Cuenca

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**Juan Martin Ordoñez Malo** portador de la cedula de ciudadanía **Nº 0105187561**. En calidad de autor y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "**MONITOREO DE LA VARIACIÓN DEL RITMO CARDIACO EQUINO EN LA MANADA BAJO DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS SOCIALES UTILIZANDO PULSÓMETRO DIGITAL**" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **20 de octubre de 2023**

**Juan Martin Ordoñez Malo**

**C.I. 0105187561**