



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES DE LACTATO EN EQUINOS

(Equus caballus) DE COMPETENCIA EN CONDICIONES DE ALTITUD

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA: JOSELINE LISSETH ALVARADO MARÍN

TUTOR: DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Joseline Lisseth Alvarado Marín con documento de identificación N° 0150385250, manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 10 de agosto del 2022

Atentamente,



Joseline Lisseth Alvarado Marín

0150385250

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Joseline Lisseth Alvarado Marín con documento de identificación No. 0150385250, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Determinación de valores referenciales de lactato en equinos (*Equus caballus*) de competencia en condiciones de altitud”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria Zootecnista en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de agosto del 2022

Atentamente,



Joseline Lisseth Alvarado Marín

0150385250

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Leonardo Masache Masache con documento de identificación N° 1103109003, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES DE LACTATO EN EQUINOS (*Equus caballus*) DE COMPETENCIA EN CONDICIONES DE ALTITUD, realizado por Joseline Lisseth Alvarado Marín con documento de identificación N° 0150385250, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 10 de agosto del 2022

Atentamente,



Dr. Juan Leonardo Masache Masache, Mgtr.

1103109003

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. Especialmente a mis padres, quienes han sido los principales promotores de mis sueños, con su ejemplo de valentía y esfuerzo han forjado la persona que soy en la actualidad.

A Edison Roberto Marín que además de ser un tío fue una figura paterna, y aunque ya no se encuentre conmigo en estos momentos, ha sido una pieza fundamental en el proceso de mi formación académica, con su apoyo y amor jamás permitió que me rindiera, me enseñó a ser persistente y a saber que todo esfuerzo tiene su recompensa magna. Y a memoria de él y por él, llegare a cumplir todos mis sueños.

A mis maestros, especialmente a mi tutor MVZ. Juan Masache Masache por impulsarme a ser un excelente profesional y por ser quien ha guiado mi trabajo de titulación, al Dr. Patricio Garnica por brindarme siempre una ayuda en los momentos que han sido complicados en el transcurso de la carrera, al Ing. Pedro Webster por formarnos como mejores personas y por su guía para la elaboración de la tesis.

.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en uno de mis anhelos más deseados. Agradezco de igual manera al Dr. Oscar Ludeña Pintado por ser quien en los últimos años ha sido un apoyo incondicional y me ha sabido instruir sus conocimientos, agradezco a Dios por haber tenido la oportunidad de conocerlo en este camino y a más de eso ganarme un excelente amigo.

A mis seres queridos, mis abuelos, tíos, primos que de igual manera han aportado para que yo siguiera en este camino de mi profesión y por no permitirme que me rindiera hasta verme lograr cumplir mi sueño.

Agradeciendo también a todos los docentes que conforman la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia quienes, durante toda mi carrera universitaria, han sido personas encaminadas desinteresadamente a brindarnos su apoyo, nos han forjado como excelentes estudiantes y a más de eso con el tiempo nos enseñaron amar a la carrera. No solo me llevo suficientes conocimientos sino también que, en cada clase, en cada día pude conocer un poco más de mi licenciado, doctor, que, a pesar de su profesionalismo, supo ganarse el cariño de sus estudiantes, y con ello compartir buenos momentos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Problema.....	15
1.2. DELIMITACIÓN.....	16
1.2.1. Temporal.....	16
1.2.2. Espacial.....	16
1.2.3. Académica.....	16
1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3.1. Hipótesis	16
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.5. Fundamentos teóricos.....	17
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....	18
2.1. Lactato.....	18
2.2 Metabolismo.....	19
2.3 Causas de elevación del lactato.....	20
2.4 Valores de referencia de concentraciones de lactato en la clínica Equina.....	22

2.5. Fisiología.....	22
2.5.1. Producción del ácido láctico; Glucólisis anaerobia.....	22
2.5.2. Fisiología hídrica	23
2.5.3. Desbalance electrolítico	24
2.5.4. Fisiología Ácido-Base.....	25
2.5.5. Termorregulación	25
2.5.6 Producción de calor	26
2.5.7 Métodos de disipación de calor	26
2.5.8. Efectos en la termorregulación durante el ejercicio	27
2.5.10. Tejido Óseo.....	28
2.5.11. Modelado y remodelado óseo.....	28
2.5.12 Entrenamiento.....	28
2.5.13 Fatiga ósea	29
2.5.14 Sistema Muscular	29
2.5.15 Mitocondrias	30
2.5.16. Remodelación adaptativa del músculo	30
2.5.17. Hipertrofia muscular.....	31
2.5.18. Hiperplasia muscular	31
2.5.19 Transición de las fibras musculares.....	31
2.6 Tendones y ligamentos.....	31
2.6.1. Tendones.....	32

2.6.2. Ligamentos	32
2.7. Disciplina en las que compiten los equinos	32
2.7.1 Salto.....	32
2.7.2. Características del deporte.....	33
2.7.3 Entrenamiento.....	33
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1. Diseño estadístico.....	35
3.2. Variables de estudio	35
3.2.1. Variable independiente	35
3.2.2. Variable dependiente	35
3.3. Materiales físicos.....	36
3.4. Materiales químicos	37
3.5. Materiales biológicos	37
3.6. Población y muestra	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
6. BIBLIOGRAFÍA.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentración máxima de lactato en ejercicio	22
Tabla 2. Variable independiente: Equino.....	35
Tabla 3. Variables dependientes: Lactato	35
Tabla 4. Materiales de oficina.....	36
Tabla 5. Materiales de campo	36
Tabla 6. Materiales de laboratorio	37
Tabla 7. Materiales de laboratorio	37
Tabla 8. Materiales biológicos.....	37
Tabla 9. Valores estadístico de lactato calculados en 100 equinos antes de la carrera (mmol).....	39
Tabla 10. Valores estadístico de lactato calculados en 100 equinos después de la carrera (mmol).....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> calculada en 100 equinos antes de la carrera	40
Figura 2. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> calculada en 100 equinos después de la carrera	41
Figura 3. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> en donde se muestran los valores del lactato en sangre antes de la carrera según el sexo de los equinos muestreados.....	42
Figura 4. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> en donde se muestran los valores del lactato en sangre después de la carrera según el sexo de los equinos muestreados.	43
Figura 5. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> en donde se muestran los valores del lactato en sangre antes de la carrera según la edad de los equinos muestreados.....	44
Figura 6. Diagrama de <i>cajas y bigotes</i> en donde se muestran los valores del lactato en sangre después de la carrera según la edad de los equinos muestreados.	45

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Equinos de salto para la extracción de la muestra.....	53
Fotografía 2. Examen general de los equinos de salto.....	53
Fotografía 3. Toma de la muestra antes de la carrera.	54
Fotografía 4. Toma de la muestra después de la carrera.....	55
Fotografía 5. Historia clínica.	56

RESUMEN

En la ciudad de Cuenca en 100 equinos que participan en concursos en centro hípico como Cuenca tenis y golf club y Cuartel General de Caballería Mecanizada, se realizó un estudio que buscó establecer datos referenciales de lactato en el equino (*Equus caballus*) pre y post competencia en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m. Para lo cual, se tomaron muestras sanguíneas para analizar e interpretar los resultados mediante un equipo de lactato. Posteriormente, los datos fueron procesados en el software estadístico SPSS versión 25, para analizar la distribución de los parámetros se utilizó gráficos de probabilidad y se realizó el análisis estadístico de los datos utilizando medidas de dispersión, determinando la media, rango, mediana, moda, varianza, desviación, coeficiente de variación y para determinar valores atípicos se utilizó la metodología de análisis de caja y bigotes. Evidenciando, que previo a la competencia los equinos presentaron un valor máximo de lactato en sangre de 5,1 mmol y una moda de 2,5 mmol. Y en cuanto a la concentración de lactato en sangre posterior a la competencia se determinó una concentración máxima de lactato en sangre de 6,7 mmol, con una moda de 2,8 mmol. Constatando que no existieron grandes variaciones de los niveles de lactato antes y después del esfuerzo físico, por lo que se puede establecer que los caballos están bien entrenados.

Palabras claves: Determinación, lactato, equino, clubes hípico, competencia, altitud.

ABSTRACT

In the city of Cuenca, in 100 equines that participate in competitions in equestrian centers such as Cuenca tennis and golf club and Mechanized Cavalry General Headquarters, a study was carried out that sought to establish reference data of lactate in the equine (*Equus caballus*) pre and post competition in altitude conditions above 2500 m.a.s.l. For which, blood samples were taken to analyze and interpret the results using a lactate team. The data was processed in the statistical software SPSS version 25, to analyze the distribution of the parameters, probability graphs were captured and the statistical analysis of the data was performed using measures of dispersion, determining the mean, range, median, mode, variance, deviation, coefficient of variation and to determine atypical values, the box-and-whisker analysis methodology was obtained. Evidencing that prior to the competition the horses appeared a maximum value of lactate in blood of 5.1 mmol and a mode of 2.5 mmol. And as for the blood lactate concentration after the competition, a maximum blood lactate concentration of 6.7 mmol will be prolonged, with a mode of 2.8 mmol. Confirming that there were no large variations in lactate levels before and after physical effort, so it can be established that the horses are well altered.

Keywords: Determination, lactate, equine, equestrian clubs, competition, altitude.

1. INTRODUCCIÓN

Las concentraciones de lactato en sangre se usan regularmente para evaluar el nivel de condición física de los equinos de competencia. Esto se debe a que, durante el ejercicio aeróbico, la glucosa es descompuesta por el proceso de glucólisis para producir energía. Sin embargo, cuando el suministro de oxígeno a la célula es insuficiente, los iones de piruvato e hidrógeno, se combinan para formar ácido láctico, siendo extraído de los músculos al torrente sanguíneo y llevado a el hígado donde se desintoxica. El lactato es una excelente fuente de energía, y parte del lactato se utiliza como sustrato energético por el sistema aeróbico. (Piccione et al, 2010; Jaramillo et al, 2016)

Durante una actividad intensidad de ejercicio, especialmente en los tipos de ejercicios que requieren un máximo esfuerzo, el nivel de lactato en sangre alcanza el umbral anaeróbico. Después del cese del ejercicio, la tasa de consumo de oxígeno permanece elevada y la concentración de lactato sanguíneo continúa aumentando. Incluso, existe un punto donde los mecanismos de salida de lactato son probablemente saturados, y una rápida acumulación de lactato a nivel intracelular conduce a la acidosis muscular. Por lo que, la concentración de lactato en sangre ha sido ampliamente utilizada en el entrenamiento de campo como un indicador de intensidad y rendimiento del entrenamiento.

1.1.Problema

La presente investigación tiene la finalidad de establecer datos referenciales de lactato en los equinos (*Equus caballus*) pre y post competencia en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m. Ya que, el lactato en sangre es una de los principales indicadores útiles para evaluar la condición física de los equinos de competencia, en especial permite determinar la intensidad de la carga de trabajo durante el entrenamiento, ayudando a establecer en forma individual y objetiva la intensidad del ejercicio a la que se quiere trabajar. Debido a que, en varias ocasiones existe un sobreesfuerzo de los equinos de competencia, lo

cual puede conllevar al desarrollo de alteraciones que pueden afectar la salud del animal.

1.2. DELIMITACIÓN

1.2.1. Temporal

La presente investigación tuvo una duración de 400 horas, distribuidas en el proceso experimental y redacción del documento final.

1.2.2. Espacial

Los datos necesarios para realizar la investigación fueron tomados en distintos concursos en centro hípico de la ciudad de Cuenca como son Cuenca tenis y golf club y Cuartel General de Caballería Mecanizada.

1.2.3. Académica

La presente investigación cubre el área del Laboratorio clínico, ya que, por medio de la medición de la concentración del lactato en sangre en los equinos (*Equus caballus*) de competencia, se podrá establecer la intensidad del ejercicio, permitiendo evaluar el nivel de condición física de animal; además de que el lactato es un excelente biomarcador de la existencia de alguna patología que está causando su acumulación.

1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Hipótesis

1.3.1.1. Hipótesis nula

Los valores referenciales de lactato en equinos (*Equus caballus*) antes y después de la competencia sobre los 2500 m.s.n.m no varían con los valores referenciales de la bibliografía citada.

1.3.1.2. Hipótesis alternativa

Los valores referenciales de lactato en equinos (*Equus caballus*) antes y después de la competencia sobre los 2500 m.s.n.m varían con los valores referenciales de la bibliografía citada.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Establecer datos referenciales de lactato en el equino (*Equus caballus*) pre y post competencia en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m

1.4.2. Objetivos Específicos

- Chequear las constantes fisiológicas y extracción de la muestra sanguínea antes y después de la competencia.
- Medir los niveles de lactato antes y después de la competencia para identificar alguna alteración musculo esquelética.
- Determinar valores referenciales de lactato en equinos (*Equus caballus*) de salto, pre y post competencia a una altitud sobre los 2500 m.s.n.m

1.5. Fundamentos teóricos

El presente estudio busca determinar la concentración de lactato en sangre en los equinos (*Equus caballus*) pre y post competencia en condiciones de altitud sobre los 2500 m.s.n.m, de manera de que los resultados obtenidos durante la investigación sean utilizados como datos referenciales para estudiantes y Médicos Veterinarios que deseen abordar similar problemática, recalcando que el lactato es un excelente biomarcador que evaluó el nivel de condición física de los equinos de competencia.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1. Lactato

El lactato es el metabolito de desecho generado durante la fatiga muscular producto de la disminución de oxígeno a la mitocondria muscular, etapa en la cual el piruvato resultante de la oxidación de la glucosa no puede ser transformado en acetil-CoA convirtiéndose en lactato. Al momento de que ocurre una demanda de energía la oxidación del piruvato provoca un cambio hacia la β -oxidación de los ácidos grasos libres, por lo que la oxidación de los ácidos grasos conduce al efecto de la caída de la glucogénesis a nivel muscular. Durante una actividad física intensa los lípidos son utilizados en su mayoría, sin embargo, cuando se agota la reserva de lípidos musculares se presenta la fatiga muscular, evidenciando que en las ocasiones en las que la intensidad de la actividad física supera el 85% volumen de VO_{2max} , se incrementan los niveles del lactato intramuscular, el cual es removido por transporte activo hacia la sangre, provocando una acumulación del lactato, el mismo que puede llegar a su umbral anaeróbico que generalmente coincide con el valor sanguíneo de 4mmol/L. Además, se ha comprobado que el aumento de los niveles de lactato provoca una disminución del pH citoplasmático (Back & Clayton, 2013, p. 283-284).

Existen dos tipos de transportadores de lactato denominados transportadores de monocarboxilato (MCT). El transportador de monocarboxilato 1 (MCT1) está íntimamente vinculado con el proceso oxidativo del músculo, proporcionando un sustrato energético a la célula muscular, además de facilitar la extracción de lactato del líquido extracelular, en cambio el transportador de monocarboxilato 4 (MCT4) está relacionado con la actividad glucolítica y facilita la eliminación o salida del lactato (Lindinger, 2011).

La medición de la concentración del lactato en sangre es de gran utilidad, ya que los resultados obtenidos permitirán pronosticar el estado del paciente siendo un factor predictor de la mortalidad temprana, sobre todo en pacientes veterinarios que se encuentren en condiciones

críticas por su utilidad en el monitoreo y pronóstico de la condición hipóxica de estos pacientes. Cabe destacar que es una prueba de laboratorio que presenta grandes ventajas como la de ser una medición rápida, mínimamente invasiva y de fácil obtención, exhibiendo resultados fiables, sin presencia de cambios significativos en cuanto al tipo de sangre obtenida, al presentar valores similares en la medición arterial y venosa. (Lindinger, 2011).

2.2 Metabolismo

De acuerdo a (Hinchcliff, Kaneps, & Geor, 2014) el lactato “es el producto metabólico final de la glucólisis anaeróbica que resulta de la disociación de un ácido débil (ácido láctico) a un ácido fuerte (lactato) y un ion hidrógeno”.

Durante el metabolismo del lactato mediante la vía metabólica de la glucosa se producen dos moléculas de piruvato para la producción de energía. Una vez, generadas estas moléculas de piruvato a través de la oxidación de la glucosa; por acción de la enzima piruvato deshidrogenasa, la molécula de piruvato se transforma en acetil-CoA, el cual, al ingresar al ciclo de Krebs, es oxidado a CO₂ y H₂O produciendo 18 moléculas de ATP por cada molécula de piruvato. En ocasiones en las que la demanda de energía de los tejidos excede la disponibilidad de oxígeno en sangre o a su vez, la producción de piruvato supera la capacidad de la enzima piruvato deshidrogenasa, la enzima lactato deshidrogenasa reduce el piruvato a lactato. Comúnmente a nivel del torrente sanguíneo existe una proporción lactato: piruvato de 10:1, sin embargo, en ausencia de oxígeno, el piruvato no puede entrar en el ciclo de Krebs y se transforma en lactato para mantener estable la producción de ATP. Asimismo, al momento en el que el oxígeno molecular vuelve a estar disponible, el lactato es inmediatamente reconvertido a piruvato, recobrando su función. Este proceso se produce por varias vías como el ciclo de cori, la vía del ácido tricarboxílico y la fosforilación oxidativa. (Hinchcliff, K., Kaneps, A., Geor, R., 2014, p. 40).

2.3 Causas de elevación del lactato

La elevación del lactato se produce principalmente cuando este sobrepasa la depuración. Generalmente, las causas de la hiperlactatemia se clasifican en tipo A asociadas al metabolismo anaerobio como consecuencia de la hipoxia tisular y en tipo B asociadas al metabolismo aerobio. Dentro del tipo A, las principales alteraciones sistémicas que pueden provocar el aumento de lactato en sangre son el choque hipovolémico, choque cardiogénico, choque séptico, hipoperfusión tisular, hipoxemia severa, anemia severa, intoxicación por monóxido de carbono, asma severa, parada cardio-respiratoria; así como las patologías que provocan un cuadro de hipoxia extrema como el fracaso respiratorio, intoxicación por cianuro, durante el ejercicio intenso o en caso de convulsiones. Por otra parte, la hiperlactatemia tipo B se subclasifica en de acuerdo a su origen, en metabólicas como la diabetes mellitus, sepsis, feocromocitoma, deficiencia de tiamina; en tóxicas como, intoxicaciones por etanol, metanol, salicilatos, sorbitol; y en ocasionadas por errores innatos del metabolismo como la deficiencia de la enzima piruvato deshidrogenasa, defectos de fosforilación oxidativa, déficit de glucosa-6-fosfato e hipoglucemia (Sabogal, 2014, p.42).

Dentro del metabolismo no anaeróbico la alteración de la función hepática, la disminución del flujo sanguíneo al hígado, las condiciones extremas de pH y la reducción del flujo a la corteza renal son considerados cofactores que disminuyen aún más la depuración de lactato. En ocasiones cuando el nivel del lactato es superior a los 5 mmol/L se sobrepasa la capacidad de excreción renal, evitando la depuración y aumentando más los niveles en sangre. Incluso en los estados en el que el organismo se enfrenta a una producción elevada de adrenalina o ante un estímulo aumentado sobre los receptores β_2 , como en el caso del estrés agudo o el uso excesivo de agonistas β_2 , aumenta la producción de piruvato saturando la capacidad de la enzima piruvato deshidrogenasa, lo que conlleva a que el metabolismo produzca un aumento de niveles de lactato en sangre (Guerrero y Portocarrero, 2008).

Otra las principales causas que provocan hiperlactatemia son las enfermedades pulmonares, la ingesta de medicamentos que alteran la fosforilación oxidativa como los antirretrovirales y el propofol, e incluso la administración de pequeñas cantidades de soluciones que contienen lactato de ringer pueden ocasionar elevaciones falsas de la concentración del lactato. Entendiendo que se establece un cuadro de hiperlactatemia cuando los valores de lactato en sangre oscilan entre los 2 a los 5 mEq/L, y se considera un cuadro de acidosis láctica, cuando los valores del lactato sobrepasan los 5 mEq/L (Guerrero y Portocarrero, 2008).

En los últimos años el uso del lactato como biomarcador ha aumentado, ya que es empleado como marcador de hipoperfusión e insuficiente entrega de oxígeno a los tejidos, incluso este marcador biológico permite identificar el problema antes de la presencia de las manifestaciones clínicas, con la finalidad de optimizar las intervenciones y mejorar el pronóstico del paciente. La medición elevada de lactato es útil en pacientes con lesión multisistémica, ya que se conoce que el lactato, está presente en la fase temprana de la enfermedad crítica, altos niveles de lactato están asociados con una descomposición micro circulatoria, impidiendo de esta manera la correcta utilización del oxígeno en los tejidos. Por lo que, la medición oportuna de los niveles de lactato ayudará al clínico ante la toma de decisiones (Sulf, 200, p.15).

A nivel de los equinos de competencia, se debe tener en cuenta que las exigencias físicas de un evento de salto, requieren de una exhaustiva preparación física previa. Sin embargo, factores como el manejo inapropiado, el entrenamiento excesivo o la falta de fluidoterapia posterior a los ejercicios conllevan a serie de complicaciones como fatiga muscular con presencia o sin presencia de acidosis láctica, estrés, enfermedades neuromusculares y desequilibrios metabólicos. Incluso los desequilibrios electrolíticos posterior al ejercicio físico pueden ocasionar contractilidad del músculo estriado cardiaco y esquelético, hipocalcemia, y un grave cuadro de acidosis metabólica, que puede evolucionar a un proceso de rabdomiólisis muscular,

provocando que los equinos sufran una deshidratación de moderada a severa por sudoración. Por lo tanto, el análisis de las respuestas fisiológicas integradas al ejercicio físico en caballos de competencia es de gran importancia, ya que la misma permite valorar el estado de salud con relación a la condición física o incluso la capacidad de trabajo del equino, para de esta manera poder diagnosticar oportunamente enfermedades propias de esta población equina (Arias, 2014).

2.4 Valores de referencia de concentraciones de lactato en la clínica Equina

Con respecto a los valores referenciales de las concentraciones de lactato en los equinos, varios autores establecen que la concentración normal de lactato en equinos adultos es invariablemente menor de 1.5 mmol/L, e incluso la literatura menciona que la concentración en equinos en descanso es aproximadamente 0,5 mmol/L. Estableciendo que 2.5 mmol L es el extremo superior de las concentraciones normales (Reece, 2015; Guerrero et al., 2009; Aristizábal y Quintero, 2014).

De igual manera, existen valores de lactato específicos dentro de las competencias:

Tabla 1. *Concentración máxima de lactato en ejercicio*

Evento	Concentración máxima de Lactato sanguíneo (mmol/L)
Salto	9.0 +- 0.9 (Valor plasmático)

Tomado de: (Hinchcliff, K., Kaneps, A., Geor, R., 2014)(p. 256).

2.5. Fisiología

2.5.1. Producción del ácido láctico; Glucólisis anaerobia

Mohar (1996) señala que durante “la glucólisis anaerobia el piruvato se reduce a lactato debido al aporte de dos hidrógenos de NADH que provienen de la oxidación del 3

fosfogliceraldehido, interviniendo en esta reacción la enzima lactato deshidrogenasa”.

La presencia de la enzima lactato deshidrogenasa conduce a una aceleración en la reducción del piruvato en lactato, esta reacción no modifica a enzima lactato deshidrogenasa, por lo que una molécula de esta enzima tiene el poder de catalizar la reducción de varias moléculas de piruvato. Por lo tanto, es necesario que la célula sintetice grandes cantidades de lactato deshidrogenasa para que pueda realizar la conversión del ácido pirúvico en ácido láctico y de esta manera pueda originarse la glucólisis anaerobia (Hill, Wyse, & Anderson, 2004).

Es así, que durante la contracción muscular intensa se dificulta la circulación sanguínea, provocando una disminución del aporte de oxígeno a nivel muscular, las células al no contar con oxígeno conjugan el NADH reducido con el piruvato, liberando NAD oxidado, lo que permite continuar con el desarrollo de la glucólisis sin presencia de oxígeno (Mohar, 1996). Por lo que, las células que presentan un suficiente aporte de la enzima lactato deshidrogenasa tienen la capacidad de convertir el NADH en NAD en ausencia de oxígeno, manteniendo estable la producción de ATP. Sin embargo, la ganancia de ATP es menor por esta vía, ya que solo el 7% de la energía libre de la glucosa disponible se libera mediante la conversión de glucosa en lactato (Hill, Wyse, & Anderson, 2004).

Asimismo, el lactato abandona rápidamente la célula muscular, cuando se encuentra ante un medio aerobio se convierte nuevamente en piruvato, el cual puede oxidarse a dióxido de carbono o puede formar glucosa a partir de la gluconeogénesis (Mohar, 1996).

2.5.2. Fisiología hídrica

Los equinos pierden líquido corporal a través del sudor, en los equinos de competencia, durante el salto pueden llegar a perder aproximadamente un 15% de líquido corporal, además que durante las carreras pierden una gran cantidad de líquido por medio del sudor, conllevando a una disminución de su peso corporal. (Whiting, 2009, 926). Incluso, ciertas condiciones

ambientales como la temperatura y la humedad influyen en la evaporación del sudor, por lo que cuando estas condiciones se encuentran elevadas, el equino produce más sudor, aumentando de esta manera la pérdida de líquido corporal hasta 10 a 15 L/h a una velocidad de 16 km/h (Hinchcliff, Kaneps, & Geor, 2014).

Hinchcliff, Kaneps, & Geor (2014) establecen que durante el ejercicio de resistencia la producción de sudor es la vía principal en la cual los equinos pierden líquidos y electrolitos, conllevando a una pérdida de volumen y una deshidratación, perdiendo aproximadamente entre el 3 al 7% de su masa corporal.

2.5.3. Desbalance electrolítico

Lindner (2010) señala que “los cambios en los electrolitos observados en los equinos que realizan actividades deportivas pueden ser provocados tanto por el ejercicio como por un error en la administración de fluidos posterior al entrenamiento”.

2.5.3.1. Hiperkalemia

La Hiperkalemia o también denominada hiperpotasemia corresponde a niveles altos de electrolitos de potasio en sangre, generalmente esta alteración en las concentraciones de potasio se debe a una sesión de ejercicio intensa (Stockham, & Scott, 2008, p. 513). Dentro de los signos clínicos de la hiperkalemia, se puede mencionar, la debilidad muscular, fasciculaciones y espasmos musculares, sonidos agudos en la respiración, recumbencia e incluso en casos extremos puede provocar la muerte del animal, la misma que puede ser provocada por una parálisis de los músculos de la laringe y faringe o por consecuencia de la elevación de los niveles de potasio en sangre. Es importante que en los equinos que presenten concentraciones de potasio superiores a los 6 mEq/L, se realice un electrocardiograma con la finalidad de descartar arritmias, ya que la reducción en la excitabilidad cardíaca y una lenta conducción pueden provocar un paro cardíaco o a una fibrilación ventricular (Orsini, & Divers, 2007).

2.5.3.2. Hipocalemia

La hipocalemia o también denominada hipopotasemia es una alteración que conlleva a una disminución de los niveles de potasio en sangre, la cual generalmente viene acompañada de hipocloremia, alcalosis metabólica y un agotamiento por calor. Dentro de los signos clínicos de esta alteración se puede observar arritmias supraventriculares y ventriculares; en los equinos, especialmente en los de competencia una de las principales vías para la pérdida de potasio es la sudoración y una excesiva salivación (Orsini, & Divers, 2007; Stockham, & Scott, 2008).

2.5.4. Fisiología Ácido-Base

Según lo señalado por (Back y Clayton, 2013) uno de los principales procesos en los cuales se ve reflejada la homeostasis de los equinos es el balance ácido-base. Los autores señalan que “la constante concentración de hidrogeno es el resultado del balance entre ácidos y bases, los cuales en condiciones normales son añadidos constantemente a los fluidos corporales y son obtenidos de la ingesta de alimentos o producto del metabolismo celular.” (p.12)

2.5.5. Termorregulación

Se conoce que las reacciones y funciones del organismo de los equinos dependen en gran medida de la regulación de la temperatura corporal, por lo que el incremento de esta conlleva a una aceleración de los procesos internos y por el contrario la disminución provoca el retaso de los mismos (Reece, 2015). El aumento excesivo de la temperatura también puede limitar el rendimiento de los equinos, siendo necesario realizar énfasis en este punto, ya que los equinos generalmente entrenan y compiten en ambientes de alta temperatura, volviéndose vulnerables a sufrir lesiones relacionadas a los incrementos de temperatura (Hinchcliff et al., 2014).

La temperatura normal de los equinos varía entre los 37.2 °C a los 38.2 °C, dentro de los factores que pueden provocar un aumento de estos valores se puede mencionar el ejercicio, la

ingesta de alimento y agua, la hora del día y la temperatura ambiental. Además de que la temperatura suele variar de acuerdo a la región del cuerpo en la cual es medida, debido al metabolismo, al flujo sanguíneo o la distancia con la piel. Otro parámetro a tener en cuenta es que los equinos son animales que están activos durante el día y reposan durante la noche, ocasionado que su temperatura corporal sea mayor durante la tarde, en relación a la mañana (Reece, 2015).

2.5.6 Producción de calor

La temperatura nuclear, se mantiene gracias al balance dinámico al aumentar o disminuir el calor, lográndose por medio de mecanismos como el modificar la tasa de producción de calor, disminuir o aumentar la disipación del calor hacia la periferia para ser eliminado y regular la sudoración. El mayor desequilibrio en el balance de la temperatura se produce durante la actividad física, cerca del 75 al 80% de la energía generada durante la conversión de energía química a mecánica es pérdida en forma de calor, conllevando al aumento del ritmo metabólico y por consiguiente al incremento de la temperatura tanto nuclear como muscular. Durante este periodo se activan los mecanismos disipadores de calor, por lo que recuperación del balance de la temperatura depende de la intensidad, duración del ejercicio y de la eficacia de los mecanismos de regulación (Hinchcliff et al., 2014).

2.5.7 Métodos de disipación de calor

2.5.7.1. Evaporación

La evaporación se genera producto del enfriamiento del equino, cerca del 25% del calor en reposo se pierde gracias a este método. El calor perdido generalmente se denomina pérdidas insensibles (Reece, 2015).

2.5.7.2. Convección

Al momento de que el aire o el agua entra en contacto con la piel caliente del animal, esta

queda expuesta a líquidos más fríos. Por lo que, la cantidad de calor perdido por este método depende de la gradiente de temperatura existente entre la piel y el fluido que entra en contacto con la misma, a medida que el valor de la gradiente es mayor, el equino tiende a perder más calor (Klein, 2013)

2.5.8. Efectos en la termorregulación durante el ejercicio

Durante el ejercicio el calor producido por el metabolismo muscular es transferido a la piel para disiparse en el ambiente. El aumento de la frecuencia y del gasto cardiaco son los mecanismos fisiológicos primarios que provocan pérdida de calor en el animal, ya que es necesario movilizar mayor cantidad de sangre hacia la circulación cutánea. Este aumento de flujo sanguíneo a nivel de la piel favorece a que el calor pueda disiparse por convección o por radiación. La eficacia de este proceso está determinada en gran medida por el movimiento y roce del viento contra la piel del animal (Hinchcliff et al., 2014).

En los equinos de competencia la alta intensidad de los ejercicios durante la carrera provoca que el ritmo de producción de calor sea mayor al de disipación, generando un incremento en la temperatura muscular. El aumento de la temperatura continúa hasta que el ejercicio haya culminado, logrando normalizarse durante el período de recuperación. En cambio, en los ejercicios largos de baja intensidad, como el Endurance, la temperatura corporal es disminuida gracias a los mecanismos de disipación de calor (Hinchcliff et al., 2014).

2.5.9. Aparato Locomotor

El aparato locomotor de los equinos constituye un sistema complejo que tiene como función el trabajo mecánico, se encuentra formado por el sistema músculo-esquelético, en el cual la parte activa del cuerpo está constituida por el sistema muscular y la pasiva por el sistema esquelético. Durante el movimiento del animal participan conjuntamente los huesos, articulaciones, músculos, tendones y ligamentos, una de las funciones principales de este sistema es que tanto los tejidos duros como blandos son capaces de resistir fuerzas o soportar

tensiones de diferente intensidad (König, 2014). Dentro de los equinos de competencia es fundamental conocer el impacto del rendimiento físico y saber cómo acondicionar al animal de manera correcta para alcanzar su pico máximo (Loving, 2010).

2.5.10. Tejido Óseo

De acuerdo a lo mencionado por (Hinchcliff et al., 2014), “el esqueleto de los equinos compone un soporte estructural y un medio de locomoción, la variabilidad en su conformación ósea depende del tipo de disciplina para la cual van a ser entrenados.” Los equinos que compiten en pruebas de Endurance tienen huesos altos en masa, en cambio en los equinos de competencias de velocidad como carreras y salto tienen huesos bajos en masa.

2.5.11. Modelado y remodelado óseo

La forma o arquitectura de los huesos cambia durante los procesos de crecimiento y adaptación, esto se debe principalmente a la actividad celular para remover y formar hueso. El cambio en la forma es producto del proceso de remoción y formación efectuado al mismo periodo, pero en diferentes lugares. A nivel de la matriz ósea suelen ocurrir pequeñas lesiones producidas por los repetidos ciclos de carga, la carga consecutiva incluso puede provocar fracturas de la estructura (Hinchcliff et al., 2014).

2.5.12 Entrenamiento

Para alcanzar el acondicionamiento óseo se debe realizar entrenamientos de larga distancia y velocidad lenta, logrando obtener una mayor adaptación ósea por medio del incremento progresivo de la velocidad; en cambio, los ciclos de entrenamiento rápidos permiten mantener y estimular la remodelación ósea. Para desarrollar la fuerza ósea es necesario efectuar sprints cortos alternados con galopes de larga duración a una velocidad lenta. Así mismo el entrenamiento de alta velocidad conlleva al incremento de la densidad ósea, al estimular el depósito mineral. En las ocasiones en las que se somete al hueso distintas fuerzas se logra alcanzar la fuerza esquelética, es importante someter al hueso a entrenamientos rápidos y cortos

a diferente marchas y velocidades, con la finalidad de conseguir la fuerza ósea máxima (Loving, 2010).

2.5.13 Fatiga ósea

Cuando los equinos son sometidos a ciclos de carga y descarga que afectan la fuerza del hueso provocan una deformación o pérdida de la elasticidad conduciendo a la fatiga ósea. Esto suele suceder en los equinos Pura Sangre que corren a máxima velocidad en línea recta que alcanza los 30.5 km, en ocasiones donde su recorrido realiza un giro se aumenta la carga por unidad de área provocando que los huesos sometidos a cargas irregulares puedan recorrer solo 402 metros antes de sufrir fatiga (Loving, 2010).

2.5.14 Sistema Muscular

Según lo señalado por (Hinchcliff et al., 2014) las razas equinas atléticas presentan un alto desarrollo del sistema musculo-esquelético presentando gran plasticidad adaptativa para lograr responder al potencial atlético. El 55% del peso corporal de los equinos atléticos está formado por músculo, y en las razas no atléticas el músculo corresponde netamente al 42% de su peso corporal. Por ende, la morfología y el tamaño del músculo dependerá de variables como el sexo, estado nutricional, actividad, y el lugar que ocupa la fibra dentro del músculo.

De acuerdo al tipo de entrenamiento del equino existen 3 tipos de fibras musculares que se pueden utilizar:

- Fibras rojas:

Corresponden a fibras oxidativas pequeñas de contracción lenta, que presentan un gran contenido de mioglobina, mitocondrias y complejos de citocromos. Componen las unidades motoras de contracción lenta, prolongada y mantenida, siendo así fibras resistentes a la fatiga, debido a que su metabolismo es principalmente aeróbico. Son abundantes en los equinos que compiten en Endurance (Loving, 2010).

- Fibras blancas:

Corresponden a fibras glucolíticas grandes de contracción rápida, las cuales contienen menor cantidad de mioglobina, mitocondrias y complejos citocromos en comparación a las fibras rojas. Constituyen las unidades motoras de contracción rápida, las cuales se fatigan rápidamente provocando un pico de tensión muscular alto. (Ross et al, 2006).

- Fibras intermedias:

Corresponden a fibras glucolíticas oxidativas rápidas que presentan características tanto de las fibras rojas como de las blancas. Su tamaño y su metabolismo es intermedio y presentan una cantidad intermedia de mioglobina y mitocondrias. Su característica principal es que son fibras que se contraen rápidamente, pero son resistentes a la fatiga a diferencia de las blancas. Se presentan en grandes cantidades en equinos que compiten en carreras y saltos (Loving, 2010).

2.5.15 Mitocondrias

De acuerdo a (Ross et al., 2006) “las mitocondrias tienen sus complejos constitutivos de citocromos transportadores de electrones que son indispensables para la producción de ATP.” (p.251).

Durante el entrenamiento ejecutado en intervalos se incrementa el número de mitocondrias en el interior de la célula, este aumento conlleva al incremento del consumo de oxígeno, produciendo de esta manera mayor cantidad de energía. Así mismo, este tipo de entrenamiento favorece el almacenamiento de los glóbulos rojos en el bazo (Loving, 2010).

2.5.16. Remodelación adaptativa del músculo

En los equinos la plasticidad estructural y funcional de las miofibrillas facilita la adaptación del músculo. Estas adaptaciones musculares están relacionadas con la transcripción de genes específicos que provocan cambios en la isoforma de las fibras musculares. En cambio, el incremento de la actividad contráctil está asociado con la modificación del tejido muscular, en los músculos con alto contenido de fibras blancas existirá una mayor adaptación al

entrenamiento, evidenciando que esta reacción se presenta más en equinos jóvenes, ya que poseen mayor cantidad de fibras blancas en comparación a los equinos maduros que presentan un mayor contenido de fibras rojas (Hinchcliff et al., 2014).

2.5.17. Hipertrofia muscular

Los entrenamientos de alta intensidad o velocidad son factores desencadenantes de la hipertrofia muscular, provocando un incremento en el tamaño de las fibras blancas como consecuencia del aumento del número de filamentos de actina y miosina en el interior de las fibras musculares. Generalmente los equinos de salto son más propensos a desarrollar esta alteración (Guyton y Hall, 2006).

2.5.18. Hiperplasia muscular

En la hiperplasia muscular se presenta un incremento en el número de las fibras musculares debido a la división lineal de las fibras blancas previamente hipertrofiadas, el aumento paralelo del número de fibras en los equinos ocurre como consecuencia de la realización de ejercicios de generación extrema de fuerza muscular (Guyton y Hall, 2006).

2.5.19 Transición de las fibras musculares

La transición es el aumento de fibras rojas y blancas y la disminución de fibras intermedias debido a la intensidad y a la duración del entrenamiento, generalmente esta respuesta se presenta en equinos que compiten en Endurance. Los músculos presentaran mayor resistencia a la fatiga producto de la remodelación de las miofibras, sin embargo, la velocidad de la contracción se disminuye como consecuencia de la estimulación de ciertos tipos de fibras musculares y al incremento en la expresión de la isoforma lenta (Hinchcliff et al., 2014).

2.6 Tendones y ligamentos

La función de los tendones y los ligamentos es resistir las cargas tensionales aplicadas sobre los tejidos blandos. En los equinos inactivos esta capacidad es relativamente baja, por lo cual estos animales soportan menos el estrés del ejercicio. Siendo un parámetro que se debe tener

en cuenta cuando se retoma el entrenamiento en los equinos luego de un periodo de inactividad (Loving, 2010).

2.6.1. Tendones

Los tendones están compuestos por tejido conjuntivo denso regular, cuya función es unir los músculos con los huesos, la fuerza de la contracción muscular será transmitida a los huesos a través de los tendones. En los equinos los tendones son los encargados de soportar la carga de la masa disipando los impactos y la tensión, durante el entrenamiento estas estructuras deben presentar la capacidad de deformarse y recuperar su forma y longitud cuando el ejercicio haya cesado (Loving, 2010).

2.6.2. Ligamentos

Los ligamentos se encuentran formados por tejido conjuntivo denso regular menos elástico, están encargados de unir articulaciones con huesos, estabilizando la articulación, evitando el estiramiento, la flexión excesiva y la torsión (Loving, 2010).

2.7. Disciplina en las que compiten los equinos

2.7.1 Salto

El médico veterinario es el encargado de velar por la salud de los equinos dedicados al salto. En la actualidad el salto es un deporte que se practica durante todo el año, al contrario de épocas pasadas donde debido a las condiciones climáticas era un deporte de ciertas temporadas. La medición de lactato en los equinos de competencia permite determinar la intensidad del entrenamiento, el estado de recuperación o de fatiga muscular, el estado en el que se encuentra después de la competencia, además de establecer el tiempo de descanso adecuado para que el animal vuelva a los entrenamientos. Este último factor es importante, ya que las competencias suelen ser muy recurrentes y existen ciertos meses donde los equinos compiten semanas seguidas, pudiendo provocar una sobre exigencia del animal, al no brindarle un descanso adecuado, lo cual puede producir sobrecargas musculares, calambres y bajo desempeño

(Hinchcliff et al., 2014).

2.7.2. Características del deporte

Este deporte se caracteriza por una serie de obstáculos que debe de saltar el equino, durante la competencia los obstáculos varían de altura, por lo que el animal debe evitar derribar el mismo, además de presentar estilo y prolijidad en el salto. Cada salto es diferente, unos requieren mayor velocidad que otros, por lo cual la concentración del jinete y del equino es primordial. El salto es una prueba donde las habilidades requeridas están ligadas a la capacidad de desarrollo de los equinos a nivel de sus extremidades, como a la forma física que posean (Hinchcliff et al., 2014).

El galope que se genera entre cada salto es principalmente aeróbico, pero cuando pasan las cercas y el cansancio va apareciendo el salto demanda energía anaeróbica, principalmente en equinos con bajo nivel físico. Por lo cual es fundamental trabajar en la mejora de la capacidad del rendimiento aeróbico. Generalmente los equinos realizan rondas de salto de calentamiento previo al evento, esto conduce a un mayor ritmo cardíaco durante la prueba, el cual suele ser entre 180 a 206 latidos por minuto, aumentando o disminuyendo de acuerdo al estado físico del equino. El pico del ritmo se produce en la parte final del curso de la competencia, e inmediatamente terminado el curso empieza la recuperación de la frecuencia cardíaca. Este valor es importante, ya que mide cuantas pulsaciones disminuye el ritmo y así se puede evaluar la capacidad de recuperación del equino post competencia. La concentración de lactato en una prueba de salto oscila entre 3 a 8 mmol/L. Por lo cual el enfriamiento activo (caminata o trote despacio) del equino es esencial para que el lactato se elimine de los músculos (Arias et al, 2019).

2.7.3 Entrenamiento

El entrenamiento es la clave para el correcto desempeño del equino, un entrenamiento que

no sea demandante, exigente o intenso puede subdesarrollar el potencial del equino, en contraparte, un entrenamiento donde se exija demasiado al animal, puede llevarlo al riesgo de sufrir lesiones durante las competencias y daños irreversibles principalmente en las articulaciones. Por lo que, es importante encontrar el balance entre el estado físico y la fatiga durante el entrenamiento, con la finalidad de lograr un equilibrio entre el desarrollo del sistema músculo-esquelético y del sistema cardiorrespiratorio. El entrenamiento debe enfocarse a la competencia y al nivel para el cual está entrenando el equino, pero es importante intentar diversificar el entrenamiento, ya que movimientos o rutinas repetitivas pueden llevar a lesiones asociadas a sobrecargas musculares (Hinchcliff et al., 2014).

El programa de entrenamiento ideal debe incluir varios objetivos como es el acondicionamiento físico general, lo cual se relaciona con el rendimiento energético aeróbico, el entrenamiento específico de la técnica de salto y el entrenamiento de fuerza muscular. De esta manera se logra realizar un entrenamiento balanceado, un desarrollo muscular adecuado, una recuperación más rápida y eficiente después de competir o entrenar y por sobre todo evita lesiones en el animal (Arias et al, 2019).

El equino después del entrenamiento necesita presentar ciertas capacidades, habilidades o destrezas, dentro de estas se puede mencionar la fuerza necesaria para completar el ejercicio, condición física para poder repetir el ejercicio y destreza para realizar el ejercicio de forma segura. Así mismo, el equino durante cada entrenamiento necesita realizar ejercicios o rutinas de calentamiento, posterior del calentamiento y del enfriamiento es necesario realizar ejercicios de estiramiento, ya que el estiramiento ayuda a la activación muscular antes del entrenamiento y relaja el musculo después del enfriamiento, ayudando de esta manera a que los equinos puedan terminar una sesión en mejor estado (Hinchcliff et al., 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño estadístico

Para la presente investigación se utilizó el Software estadístico SPSS versión 25, para analizar la distribución de los parámetros utilizando gráficos de probabilidad y se realizó el análisis estadístico de los datos utilizando medidas de dispersión, determinando la media, rango, mediana, moda, varianza, desviación, coeficiente de variación y para determinar valores atípicos se utilizó la metodología de análisis de caja y bigotes.

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Variable independiente

Tabla 2: *Variable independiente: Equino*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Machos	Biológico	Número de machos	Número
Hembras		Numero de hembras	Número
Sangre		Cantidad de sangre	Mililitros (ml)

3.2.2. Variable dependiente

Tabla 3: *Variables dependientes: Lactato*

Concepto	Categorías	Indicadores	Variables
Es un metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.	Químico	Ácido láctico	mmol/L

3.3. Materiales físicos

Tabla 4: *Materiales de oficina*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD
Hojas de papel bond	Resma	1
Esferos	Unidad	2
Computador	Unidad	1
Impresora	Unidad	1
Tinta de impresora	Unidad	1
Carpeta	Unidad	1
Engrapadora	Unidad	1
Cajas de grapas	Unidad	1

Tabla 5: *Materiales de campo*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD
Guantes nitrilo	Caja	1
Mascarilla	Caja	1
Mandil	Unidad	1
Ficha para la toma de muestras	Unidad	1

Tabla 6: *Materiales de laboratorio*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD
Agujas hipodérmicas	Caja	1
Tiras Reactivas	Unidad	200
Equipo de medición de lactato	Unidad	1
Algodón	Funda	5

3.4. Materiales químicos

Tabla 7: *Materiales de laboratorio*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD
Alcohol	Litro	1

3.5. Materiales biológicos

Tabla 8: *Materiales biológicos*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD
Equinos	Unidad	100
Sangre venosa	Mililitros	3

3.6. Población y muestra

La población que se escogió para este proyecto son equinos de competencia en condiciones de altura, donde se tomó en cuenta la raza y edad de los animales para diferenciar posibles variables.

La selección de la muestra se basa en el cálculo de tamaño de muestra de tipo cuantitativo donde la población es infinita. Se manejaron 100 equinos, entre hembras y machos, de los cuales se tomaron muestras sanguíneas para analizar e interpretar los resultados mediante

un equipo de lactato.

La fórmula para una población infinita es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} =$$

Considerar:

- z = Nivel de confianza al 95% = 1.96
- e = Error de estimación máximo aceptado 5%=0.05
- p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado= 93.1|%
- q = $(1-p)$ = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado=

$$\text{Fórmula: } N = \frac{1.96^2(0.932)(1-0.931)}{0.05^2}$$

El número estimado a recolectar es de 99, pero por métodos didácticos se utilizaron 100 muestras.

4.1 RESULTADOS

Tabla 9: *Valores estadístico de lactato calculados en 100 equinos antes de la carrera (mmol)*

	Media	Valor Min	Valor Max	Rango	Mediana	Moda	Varianza	Desviación	Coefficiente de variación
Lactato en sangre	2,3	1,5	5,1	3,6	2,3	2,5	0,26	0,50	0,22

En la tabla 9 se puede observar los valores estadísticos de lactato, determinando la media, rango, mediana, moda, varianza, desviación y coeficiente de variación calculados en 100 equinos de competencia previo a la carrera; observando una media de 2,3 y una moda de 2,5.

En cuanto a la varianza, la cual se refiere a la variabilidad de los datos con respecto a su media, se obtuvo un valor de 0,26, expresando una concentración baja en relación a la media aritmética. La desviación señala el grado de dispersión que presenta la variable con respecto a la media, presentando un valor de 0,50, es decir, presenta una concentración media en relación a la media aritmética. Asimismo, el coeficiente de variación determina la dispersión relativa de un conjunto de datos, evidenciando un valor de 0,22%, por lo cual se observa que existe una poca variabilidad de los datos.

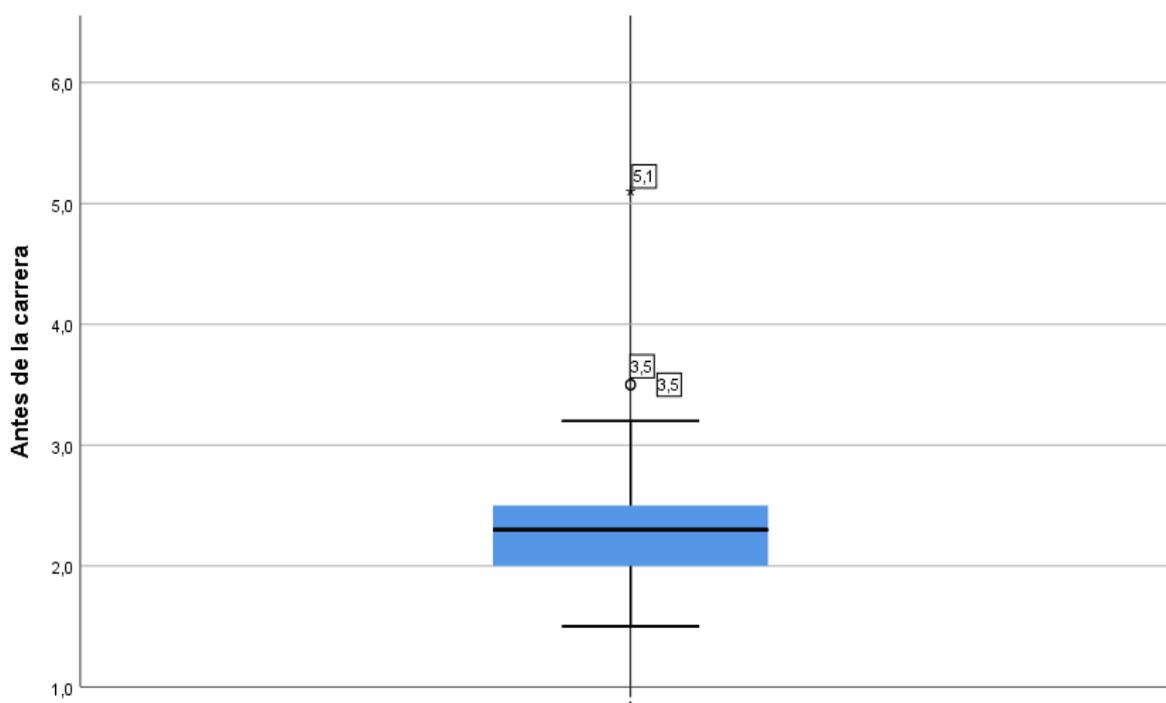
Tabla 10: *Valores estadístico de lactato calculados en 100 equinos después de la carrera (mmol)*

	Media	Valor Min	Valor Max	Rango	Mediana	Moda	Varianza	Desviación	Coefficiente de variación
Lactato en sangre	3 mmol	1,6 mmol	6,7 mmol	5,1 mmol	2,8 mmol	3 mmol	0,72 mmol	0,85 mmol	0,28 mmol

En la tabla 10 se presenta los valores estadísticos de media, rango, mediana, moda, varianza, desviación y coeficiente de variación calculados en 100 equinos de competencia posterior a la carrera; observando una media de 3 y una moda de 3.

En cuanto a la varianza, la cual se refiere a la variabilidad de los datos con respecto a su media, se obtuvo un valor de 0,72, expresando una concentración media en relación a la media aritmética. La desviación señala el grado de dispersión que presenta la variable con respecto a la media, presentando un valor de 0,85, es decir, presenta una concentración media en relación a la media aritmética. Asimismo, el coeficiente de variación determina la dispersión relativa de un conjunto de datos, evidenciando un valor de 0,28 mmol, por lo cual se observa que existe una poca variabilidad de los datos.

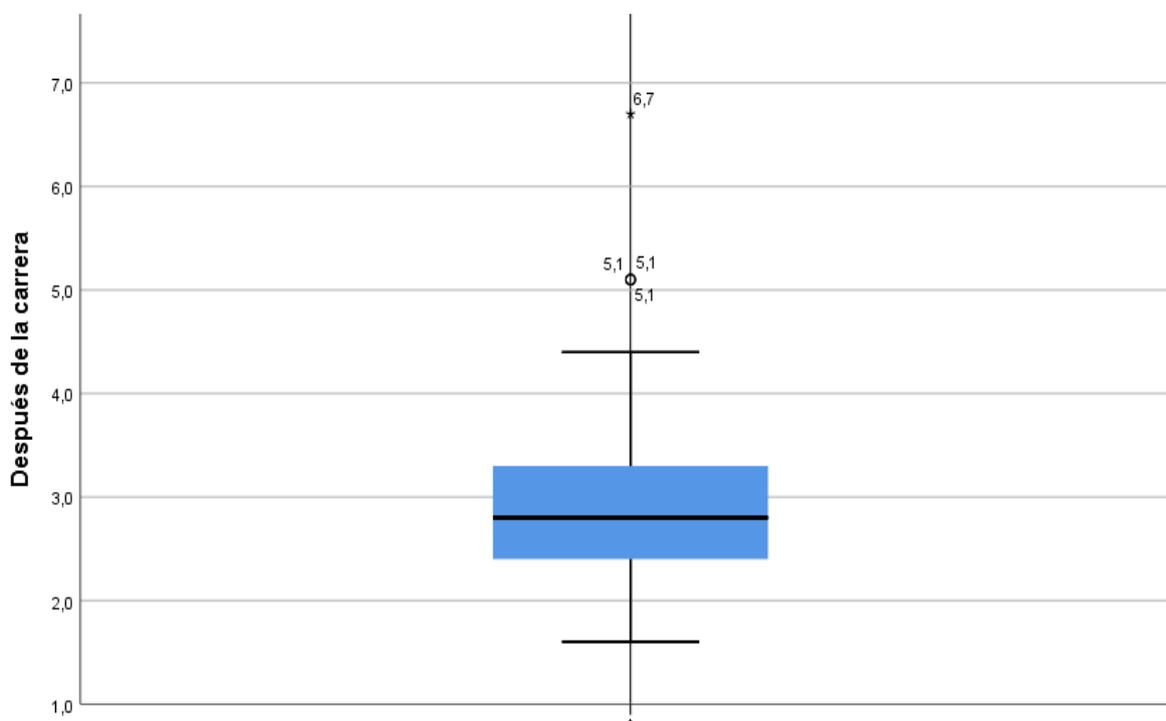
Figura 1: Diagrama de *cajas y bigotes* calculada en 100 equinos antes de la carrera



La figura 1 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los

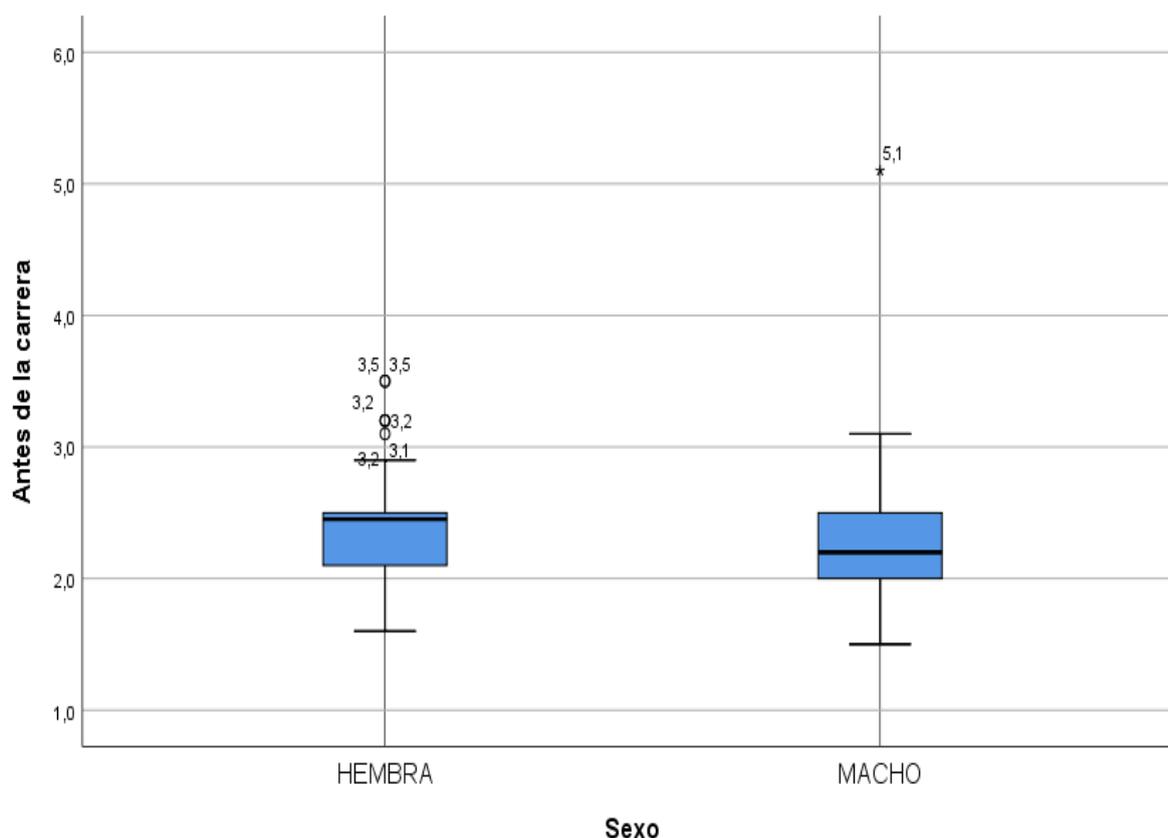
valores de lactato en sangre calculados a partir de 100 equinos de competencia antes de la carrera a través de sus cuartiles. Evidenciado un bigote inferior de 1,5 y un bigote superior de 3,2; además de observar un valor de 2 para el cuartil uno, de 2,3 para el cuartil dos, de 2,5 para el cuartil tres, un valor atípico de 3,5 y un valor extremo de 5,1.

Figura 2: Diagrama de *cajas y bigotes* calculada en 100 equinos después de la carrera



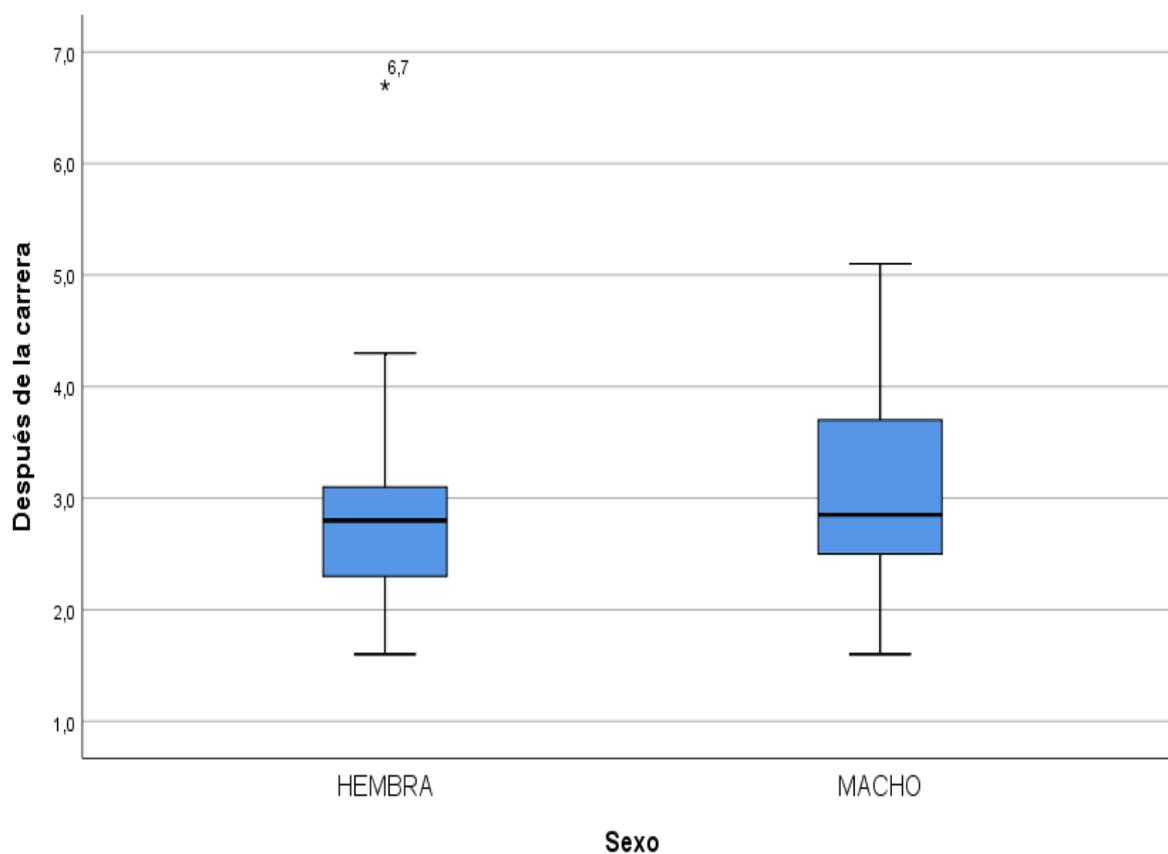
La figura 2 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los valores de lactato en sangre calculados a partir de 100 equinos de competencia después de la carrera a través de sus cuartiles. Evidenciado un bigote inferior de 1,6 y un bigote superior de 4,5; además de observar un valor de 2,4 para el cuartil uno, de 2,8 para el cuartil dos, de 3,3 para el cuartil tres, un valor atípico de 5,1 y un valor extremo de 6,7.

Figura 3: Diagrama de *cajas y bigotes* en donde se muestran los valores del lactato en sangre antes de la carrera según el sexo de los equinos muestreados.



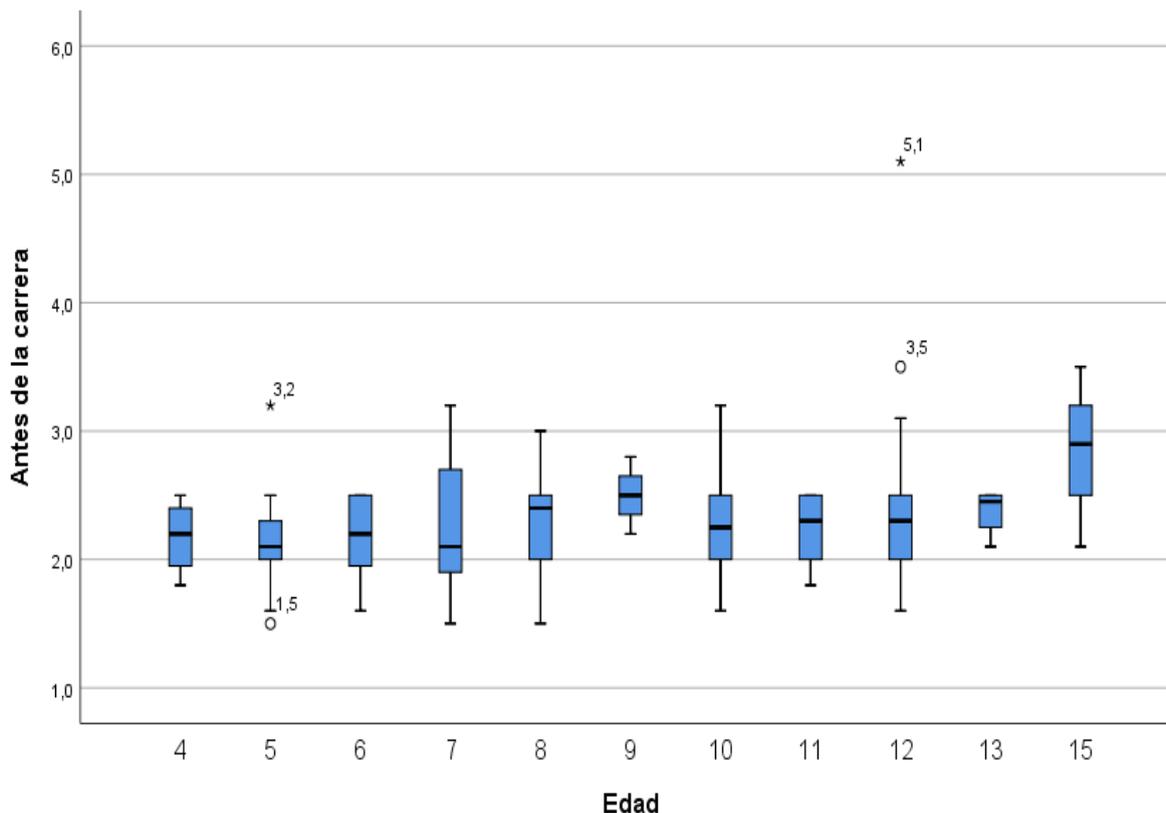
La figura 3 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los valores de lactato en sangre calculados a partir de 100 equinos antes de la carrera en relación al sexo. Evidenciado para las hembras un bigote inferior de 1,6 y un bigote superior de 2,9; además de observar un valor de 2,1 para el cuartil 1, de 2,4 para el cuartil 2, de 2,5 para el cuartil 3 y valores atípicos de 3,1, 3,2 y 3,5; para los machos se evidenció un bigote inferior de 1,5 y un bigote superior de 3,1; además de observar un valor de 2 para el cuartil uno, de 2,2 para el cuartil dos, de 2,5 para el cuartil tres y un valor atípico de 5,1.

Figura 4: Diagrama de *cajas y bigotes* en donde se muestran los valores del lactato en sangre después de la carrera según el sexo de los equinos muestreados.



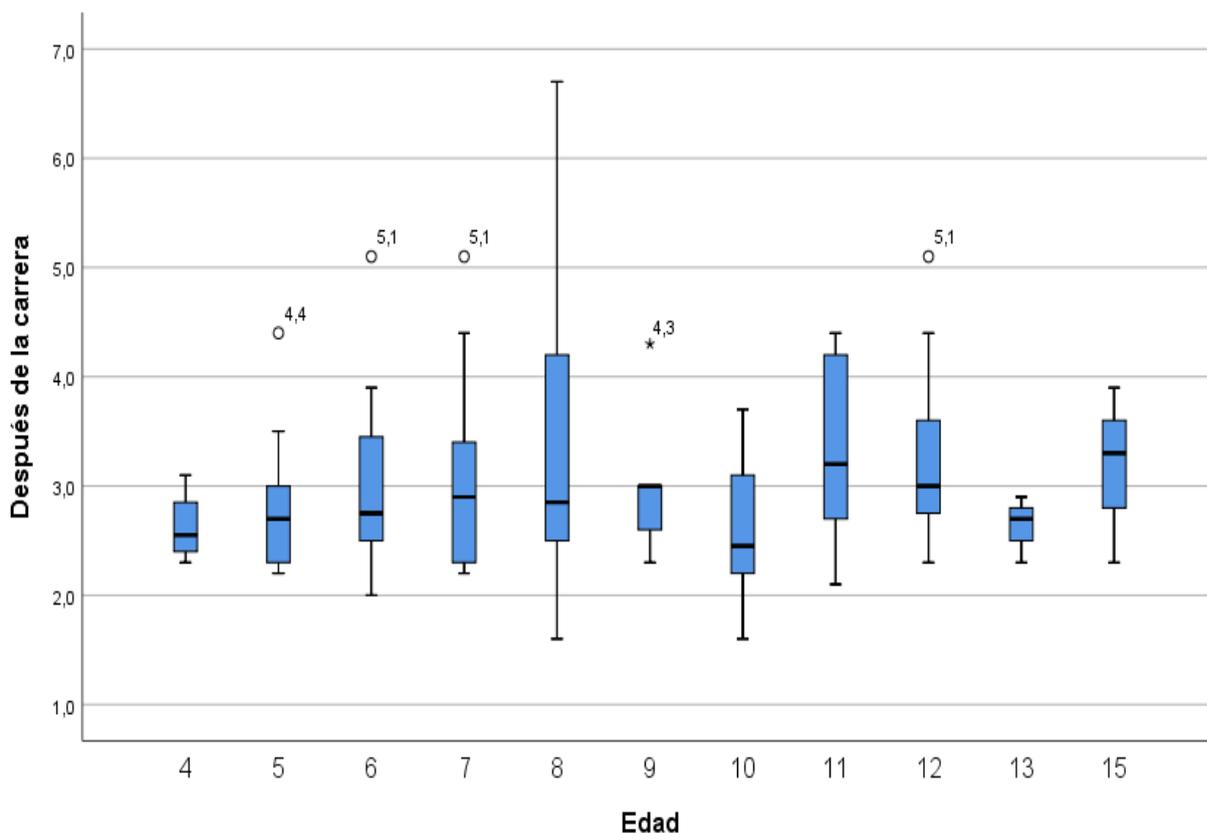
La figura 4 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los valores de lactato en sangre a partir de los 100 equinos previo de la carrera según el sexo. Evidenciado para las hembras un bigote inferior de 1,6 y un bigote superior de 4,4; además de observar un valor de 2,3 para el cuartil uno, de 2,8 para el cuartil dos, de 3,1 para el cuartil tres y un valor extremo de 6,7; para los machos se evidenció un bigote inferior de 1,5 y un bigote superior de 5,1; además de observar un valor de 2,5 para el cuartil uno, de 2,9 para el cuartil dos y de 3,7 para el cuartil tres.

Figura 5: Diagrama de *cajas y bigotes* en donde se muestran los valores del lactato en sangre antes de la carrera según la edad de los equinos muestreados.



La figura 5 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los valores de lactato en sangre calculados a partir de 100 equinos antes de la carrera en relación a la edad. Observando que en las edades de 9 y 10 años los datos presentan una distribución simétrica, en las edades de 5, 6 y 7 años muestran una asimetría positiva y en las edades de 4, 8, 11, 12, 13 y 15 años una asimetría negativa. Además de visualizar que, en las edades de 7, 8, 10, 12, y 15 años los datos están más dispersados en comparación con las edades de 4 y 9 años.

Figura 6: Diagrama de *cajas y bigotes* en donde se muestran los valores del lactato en sangre después de la carrera según la edad de los equinos muestreados.



La figura 6 muestra un diagrama de cajas y bigotes, que permite mostrar visualmente los valores de lactato en sangre calculados a partir de 100 equinos después de la carrera en relación a la edad. Observando que, en las edades de 4, 6, 8, 10, 11 y 12 años los datos muestran una asimetría positiva y en las edades de 5, 7, 9, 13, y 15 años presentan una asimetría negativa. Además de visualizar que, en la edad de 8 años los datos están muy dispersos en comparación con las edades de 4 y 13 años.

4.2 Discusión:

Tras analizar otros estudios que evaluaron los niveles de lactato en los equinos de competencia, se puede señalar que en la investigación realizada por Guerrero et al. (2008), se menciona que, “el comportamiento de los equinos en competencia y durante el entrenamiento físico incrementa los niveles de lactato, inmediatamente después de haber realizado el ejercicio”.

Asimismo, González et al. (2015), efectuaron una investigación en la cual evaluaban el nivel de lactato en equinos sometidos a diferentes tipos de ejercicio, estableciendo que durante el descanso el 100% de los equinos no superó los 1.78 mmol/L y posterior a la competencia la concentración máxima de lactato en el 100% de los equinos fue menor a 29.6 mmol/L, observando una concentración máxima de 20.30 mmol/L.

Por su parte, Ponce et al. (1997), analizaron la relación entre frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en sangre en el periodo de recuperación (0, 5, 10 y 25 minutos) de los equinos de salto. Evidenciando una diferencia es significativa para la frecuencia cardíaca durante todo el periodo de recuperación. En cuanto a la concentración de lactato deshidrogenasa los autores constataron una diferencia significativa a los 0 y 5 minutos. Mencionando que se presentó una relación lineal positiva entre ambos parámetros después del ejercicio.

Piccioni et al. (2010), realizaron un estudio para determinar los niveles de lactato en sangre durante el ejercicio en equinos atléticos. Mencionando que, en los equinos de salto, el nivel de lactato mostró un aumento significativo después del ejercicio ($F=2.34$; $P<0,0001$) y después de 30 min ($F=5,24$; $P<0,0001$). De manera similar, en los equinos galopantes, el lactato tuvo un aumento significativo después ejercicio ($F=0.74$; $P<0.0001$) y una disminución significativa después de 30 min ($F=4,56$; $P<0,003$).

En cambio, en el presente estudio se observó que previo a la competencia los equinos presentaron un valor máximo de lactato en sangre de 5,1 mmol y una moda de 2,5 mmol. Este valor máximo se puede deber al estrés generado durante el transporte del animal. Y en cuanto a la concentración de lactato en sangre posterior a la competencia se determinó una concentración máxima de lactato en sangre de 6,7 mmol, con una moda de 2,8 mmol. Evidenciando que no existieron grandes variaciones de los niveles de lactato antes y después del esfuerzo físico, por lo que se puede establecer que los caballos están bien entrenados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A través del presente trabajo experimental se pudo concluir los siguientes puntos sobre la determinación de valores referenciales de lactato en equinos de competencia de la ciudad de Cuenca:

- La participación de los equinos en competencias de prueba de salto conlleva a un esfuerzo físico, pudiendo provocar alteraciones en los niveles de lactato en sangre, a esto se le suma el estrés generado durante el transporte del animal, que hace que estas concentraciones del ácido láctico aumenten considerablemente.
- La concentración de lactato en sangre de un equino en reposo es de aproximadamente 0,5 mmol/L. Durante el ejercicio físico estos niveles aumentan pudiendo presentar concentraciones de hasta 20 – 30 mmol/lit cuando se encuentran ante exigencias físicas muy altas.
- En el caso del presente trabajo, se observó que los equinos posterior a la competencia presentaron una concentración máxima de lactato en sangre de 6,7 mmol, con una moda de 2,8 mmol, por lo que se puede observar que se encuentran dentro de los rangos normales posterior a la realización de un entrenamiento físico.

5.2 Recomendaciones

- Es importante continuar con la realización de este tipo de investigaciones, ya que en base a la búsqueda de la literatura se observó que no existen estudios que reporten la situación de esta problemática a nivel local, debido a que, la recolección de estos datos, es una información valiosa para valorar el estado físico de los equinos de competencia
- Se recomienda que en futuros trabajos se incluya una mayor cantidad de muestra, además de realizar un seguimiento posterior a la finalización de la competencia, con la

finalidad de valorar el tiempo de recuperación de los valores normales del lactato en sangre.

- En base a los resultados obtenidos en el estudio se pueden detectar fallas en los programas de entrenamiento de los equinos, con la finalidad de evitar que los animales estén sometidos a entrenamientos que les impliquen un sobreesfuerzo y puedan poner en riesgo su salud. Tratando de implementar las mejoras en estos programas para obtener el máximo de los equinos de competencia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M. (2014). *Determinación de electrolitos, gases y metabolitos en caballos de salto antes y después de entrenamiento*. (Tesis de pregrado). Universidad CES Medellin.
- Arias, M. P., Maya, J. S., & Arango, L. (2019). Efectos de dos protocolos de entrenamiento sobre el lactato sanguíneo en caballos de paso fino. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(3), 219-230.
- Aristizábal, M., Quintero, M. (2014). *Determinación de electrolitos, gases y metabolitos en caballos de salto antes y después de entrenamiento*. (Tesis de Grado). Universidad CES, Medellín.
- Back, W. Clayton, H. (2013). *Equine Locomotion*. Saunders Elsevier.
- González D, Naranjo T. (2015). *Evaluación de lactato sistémico y CK en caballos sometidos a diferentes tipos de ejercicio*. (Tesis de Grado). Universidad de las Américas, Quito.
- Guerrero, P., Portocarrero, L. (2008). *Determinación de lactato deshidrogenasa creatinquinasa y ácido láctico en caballos durante competencia de salto en la Sabana de Bogotá*. (Tesis de Grado). Universidad de la Salle, Bogota.
- Guerrero, P., Portocarrero, L., Mutis, C., Ramírez, J. (2009). *Determinación de frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, lactato deshidrogenasa, creatinquinasa y ácido láctico en caballos durante competencia de salto en la Sabana de Bogotá*. *Revista de Medicina Veterinaria*, (17), 37-52.
- Guyton, A., Hall, J.,. (2006). *Tratado de Fisiología médica*. Elsevier.
- Hill R., Wyse G., Anderson M. (2004). *Fisiología Animal*. Buenos Aires, Argentina: Ed Médica Panamericana.
- Hinchcliff, K., Kaneps, A., Geor, R. (2014). *Medicina y Cirugía del Deporte Equino*. Estados Unidos: Saunders Elsevier.

- Jaramillo, C., Ramírez, M., Arias, M., Álvarez, I. (2016). Gases sanguíneos, electrolitos y variables metabólicas determinantes del estado ácido-base en caballos criollos colombianos. *Rev Med Vet Zoot.* 63(1), 20-19.
- Klein, B. (2013). *Fisiología veterinaria de Cunningham*. Estados Unidos: Saunders Elsevier.
- König, H. (2014). *Anatomía de los animales domésticos*. Buenos Aires, Argentina: ED Medica Panamericana.
- Lindinger, M. (2011). Lactate: Metabolic fuel or poison for racehorses. *Experimental Physiology.* 96(3), 261-267.
- Lindner, A. (2010). *Estado de equilibrio máximo de lactato durante el ejercicio en sangre de caballos*. *Anim Sci.* 66(3), 219-230.
- Loving, N. (2010). *Todos los sistemas del caballo. Barcelona*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Luft, F. (5 de 12 de 2001). *Actualización sobre acidosis láctica para médicos de cuidados intensivos*. Obtenido de J Am Soc Nephrol: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dop>
- Mohar, F. (1996). *Bioquímica del Metabolismo Animal*. Bogotá, Colombia: Cuba Enpes.
- Orsini, J., Divers, T. (2007). *Emergencias equinas: tratamiento y procedimientos*. Misuri, Estados Unidos: Saunders Elsevier.
- Ponce, J. et al. (1997) Relación entre la frecuencia cardiaca y lactato sanguíneo durante el periodo de recuperación del ejercicio aerobio - anaeróbico de corta duración. *Revista Motricidad.* 3(2), 33-43.
- Piccione, G., Messina, V., Casella, S., Giannetto, C., & Caola, G. (2010). Blood lactate levels during exercise in athletic horses. *Comparative Clinical Pathology*, 19(6), 535–539.
- Reece, W. (2015). *Anatomía y fisiología funcional de los animales domésticos*. Estados Unidos: Wiley-Blackwell.: 4ª edición.

- Reece, W. E. (2015). *Fisiología de los animales domésticos de Dukes*. Oxford, Reino Unido: Editorial Acribia, S.A.
- Reed, S. M., Bayly, W. M. y Sellon, D. C. (2010). *Medicina interna equina*. San Luis, Misuri: Saunders Elsevier (3ª edición).
- Ross M., Kaye G., Pawlin W., (2006). *Histología Texto y Atlas a color con Biología Celular y Molecular*. Madrid, España: Ed Médica Panamericana.
- Sabogal C, Joya A. (2014). Déficit de lactato y bases en traumatismos: Valor pronóstico. *Colomb Anesthesiol*. 42(1), 60-64.
- Stockham, S., Scott, M. (2008). *Fundamentos de Patología Clínica Veterinaria*,. Estados Unidos: Blackwell Publishing.
- Whiting, J. (2009). *The exhausted horse*. Estados Unidos: Elsevier Saunders.

7. ANEXOS



Fotografía 1: Equinos de salto para la extracción de la muestra.



Fotografía 2: Examen general de los equinos de salto.



Fotografía 3: Toma de la muestra antes de la carrera.





Fotografía 4: Toma de la muestra después de la carrera.

NOMBRES	RANGOS PRE	RANGOS POST	EDAD	SEXO	NOMBRES	RANGOS PRE	RANGOS POST	EDAD	SEXO
Tayra	1,8 mmol	2,1 mmol	11 años	Hembra	Vancouver	5,1 mmol	2,4 mmol	12 años	Macho
Channel	2,5 mmol	3,1 mmol	10 años	Macho	Otwiet	1,6 mmol	2,5 mmol	12 años	Macho
Ariel	2,3 mmol	4,4 mmol	12 años	Macho	Campera	2,5 mmol	3,0 mmol	12 años	Hembra
Horacio	2,0 mmol	2,3 mmol	12 años	Macho	Arizona	3,5 mmol	3,9 mmol	15 años	Hembra
Tic Tac	2,3 mmol	2,6 mmol	8 años	Macho	Aurora	2,1 mmol	2,7 mmol	13 años	Hembra
Fabulous	1,5 mmol	4,4 mmol	8 años	Macho	Perseo	2,5 mmol	2,9 mmol	8 años	Macho
Hercules	2,0 mmol	3,7 mmol	12 años	Macho	Jade	2,5 mmol	3,1 mmol	4 años	Hembra
Huaso	2,5 mmol	2,7 mmol	6 años	Macho	Oscar	2,4 mmol	2,7 mmol	6 años	Macho
Pique	2,0 mmol	5,1 mmol	7 años	Macho	Torneo	2,3 mmol	4,4 mmol	11 años	Macho
Mon Amour	2,4 mmol	2,7 mmol	13 años	Hembra	Marinero	2,5 mmol	3,1 mmol	11 años	Macho
Nirvana	2,5 mmol	2,8 mmol	10 años	Hembra	Quiaprice	2,8 mmol	3,0 mmol	9 años	Macho
Evaluna	1,6 mmol	2,2 mmol	10 años	Hembra	Mastodonte	2,0 mmol	3,9 mmol	11 años	Macho
Gambito	2,5 mmol	3,0 mmol	6 años	Macho	Icaro	2,0 mmol	3,0 mmol	12 años	Macho
Timon	2,3 mmol	2,4 mmol	10 años	Macho	Rubi	3,5 mmol	3,9 mmol	12 años	Hembra
Popeye	1,9 mmol	2,3 mmol	7 años	Macho	Emperador	2,5 mmol	4,3 mmol	9 años	Macho
Arcani	2,0 mmol	2,7 mmol	12 años	Macho	Black Magic	2,0 mmol	1,6 mmol	10 años	Macho
Merlot	2,2 mmol	3,0 mmol	7 años	Macho	Adelita	2,5 mmol	4,2 mmol	11 años	Hembra
Capucino	2,1 mmol	2,3 mmol	15 años	Macho	Pegaso	1,5 mmol	4,4 mmol	8 años	Macho
Chuzco	2,9 mmol	3,3 mmol	7 años	Macho	Fabulous	1,5 mmol	4,4 mmol	5 años	Macho
Aria	3,2 mmol	2,3 mmol	5 años	Hembra	Black Mamba	2,5 mmol	3,0 mmol	9 años	Hembra
Dakota	3,2 mmol	2,3 mmol	10 años	Hembra	Demond	2,5 mmol	3,1 mmol	7 años	Macho
Santa Ana									
Lennon	2,5 mmol	2,5 mmol	8 años	Hembra	Leyla	2,5 mmol	2,9 mmol	13 años	Hembra
On Limite	2,5 mmol	2,3 mmol	13 años	Macho	Kachengue 33	2,1 mmol	2,7 mmol	5 años	Macho
Quizzical	2,5 mmol	2,8 mmol	6 años	Macho	Verstappen	3,0 mmol	2,2 mmol	8 años	Macho
Gevelg Body	3,1 mmol	3,5 mmol	7 años	Macho	Estrella	2,3 mmol	6,7 mmol	8 años	Hembra
Milan	2,2 mmol	2,3 mmol	5 años	Macho	Peregrino	2,4 mmol	2,8 mmol	7 años	Macho

NOMBRES	RANGOS PRE	RANGOS POST	EDAD	SEXO	NOMBRES	RANGOS PRE	RANGOS POST	EDAD	SEXO
Peregrino	2,4 mmol	2,8 mmol	7 años	Macho	Enzo	2,0 mmol	3,5 mmol	5 años	Macho
Sasha	2,0 mmol	1,6 mmol	8 años	Hembra	Tormenta	2,1 mmol	2,3 mmol	3 años	Hembra
Enzo	2,0 mmol	3,5 mmol	5 años	Macho	Querrell	2,5 mmol	3,0 mmol	8 años	Hembra
Messi	1,6 mmol	2,2 mmol	5 años	Macho	Agatha	2,9 mmol	3,3 mmol	15 años	Hembra
Dakota	3,2 mmol	2,3 mmol	7 años	Hembra	Vanessa	2,3 mmol	3,3 mmol	11 años	Hembra
Alaya	1,9 mmol	2,3 mmol	7 años	Hembra	Coral	2,3 mmol	3,2 mmol	5 años	Hembra
Black Jack	2,0 mmol	2,7 mmol	11 años	Macho	Marlet	2,5 mmol	2,8 mmol	8 años	Hembra
Bonannete	2,4 mmol	2,8 mmol	12 años	Hembra	Cassiano	2,5 mmol	2,5 mmol	8 años	Macho
Chaco Flow	2,3 mmol	2,8 mmol	11 años	Macho	Luna	2,3 mmol	2,5 mmol	11 años	Hembra
Changai	2,3 mmol	3,7 mmol	10 años	Macho	Blanco	2,5 mmol	2,8 mmol	5 años	Macho
Draco	2,4 mmol	2,2 mmol	5 años	Macho	Esmeralda	3,1 mmol	3,5 mmol	12 años	Hembra
Kaiser	2,0 mmol	2,4 mmol	7 años	Macho	Martitha	2,2 mmol	2,3 mmol	9 años	Hembra
Luna	2,0 mmol	3,0 mmol	5 años	Hembra	Silueta	1,6 mmol	2,2 mmol	7 años	Hembra
Max	2,2 mmol	2,5 mmol	10 años	Macho	Rayo	2,4 mmol	5,1 mmol	12 años	Macho
Pinto	2,0 mmol	5,1 mmol	6 años	Macho	Bella	1,6 mmol	2,5 mmol	4 años	Hembra
Cale	2,5 mmol	2,7 mmol	9 años	Hembra	Asabache	2,2 mmol	3,0 mmol	12 años	Macho
Asrael	2,0 mmol	3,7 mmol	10 años	Macho	Linda	2,8 mmol	3,0 mmol	9 años	Hembra
Magic	1,5 mmol	4,4 mmol	7 años	Macho	Hercules	1,6 mmol	2,0 mmol	6 años	Macho
Platino	2,3 mmol	2,6 mmol	4 años	Macho	Teo	2,0 mmol	3,0 mmol	5 años	Macho
Aladino	1,6 mmol	2,2 mmol	10 años	Macho	Bala	2,0 mmol	3,9 mmol	6 años	Macho
Saina	2,5 mmol	3,0 mmol	12 años	Hembra	Negro	2,3 mmol	3,0 mmol	8 años	Macho
Leyla	2,3 mmol	2,4 mmol	5 años	Hembra	Luna	2,5 mmol	4,2 mmol	8 años	Hembra
Nutella	1,9 mmol	2,3 mmol	6 años	Hembra	Victoria	2,5 mmol	4,3 mmol	11 años	Hembra
Nirvana	2,0 mmol	2,7 mmol	5 años	Hembra	Dulce	2,0 mmol	2,3 mmol	8 años	Hembra
Carmin	2,2 mmol	3,0 mmol	12 años	Hembra	Tormenta	2,1 mmol	2,3 mmol	3 años	Hembra

Fotografía 5: Historia clínica.