



Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa
Biochemical markers of performance in Ecuadorian mounted police horses: blood lactate and creatine kinase

Edilberto Chacón Marcheco

<https://orcid.org/0000-0001-9590-6451>

Washington Eduardo Yanez Pinto

<https://orcid.org/0009-0008-6332-3049>

Rafael Alfonso Garzón Jarrin

<https://orcid.org/0000-0001-9055-3079>

Lucia Monserrath Silva Déley

<https://orcid.org/0000-0002-6660-8102>

Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador

edilberto.chacon@utc.edu.ec washington.yanez4168@utc.edu.ec

rafael.garzon@utc.edu.ec lucia.silva@utc.edu.ec

Recibido: 2026/01/26 **Aceptado:** 2026/03/15 **Publicado:** 2026/03/23

Resumen

Introducción: Los equinos de la policía montada trabajan en la seguridad ciudadana en todo el Ecuador, pero carecen de estudios sobre la adecuada carga de trabajo diaria. **Objetivo:** Evaluar la concentración de lactato sanguíneo y creatina quinasa como indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador. **Método:** Fueron evaluados 13 equinos, mediante una prueba de esfuerzo evaluando los valores de creatina quinasa y lactato sanguíneo en tres tiempos: antes del patrullaje 7h30 (T1), pasadas cuatro horas 12h00 (T2) y terminada una jornada de servicio de 8 horas, 18h30 (T3), mediante el analizador de química clínica cobas c311 y un analizador portátil Accutrend® Plus, respectivamente. **Resultados:** Los niveles de lactato sanguíneo y creatina quinasa se encontraron en el

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



rango fisiológico normal, ninguno de los equinos superó el umbral anaeróbico de lactato sanguíneo (4 mmol/l) y los valores de creatina quinasa a pesar de una leve tendencia a elevación, se mantuvieron consistentemente dentro del rango fisiológico, lo cual es atribuible a un aumento en la permeabilidad de la membrana más que a un proceso de fatiga o daño muscular. **Conclusión:** Los resultados obtenidos en la investigación son pioneros en el Ecuador, se concluyó que los niveles de lactato sanguíneo (excepto en un animal) y creatina quinasa se encontraron dentro de los parámetros fisiológicos normales.

Palabras clave: enzimas; fatiga muscular; metabolismo; umbral anaeróbico

Abstract

Introduction: Mounted police horses contribute to public safety throughout Ecuador, but studies on their appropriate daily workload are lacking. **Objective:** To assess blood lactate and creatine kinase concentrations as biochemical indicators of performance in Ecuadorian mounted police horses. **Method:** Thirteen horses were subjected to an exercise stress test, with creatine kinase and blood lactate levels at three time points: prior to patrol at 7:30 a.m. (T1), after four hours at 12:00 p.m. (T2), and after completing an 8-hour shift at 6:30 p.m. (T3), using the cobas c311 clinical chemistry analyzer and an Accutrend® Plus portable analyzer, respectively. **Results:** Blood lactate and creatine kinase levels were within the normal physiological range. No horse exceeded the anaerobic threshold for blood lactate (4 mmol/L), and creatine kinase values, despite a slight upward trend, remained consistently within the physiological range. This finding is attributable to increased membrane permeability rather than fatigue or muscle damage. **Conclusion:** These findings represent pioneering research in Ecuador. It was concluded that, except for one horse, blood lactate and creatine kinase levels remained within normal physiological parameters.

Keywords: anaerobic threshold; enzymes; metabolism; muscle fatigue

Introducción

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



Desde la antigüedad, los humanos han tenido una relación muy estrecha con los equinos domésticos (Liu *et al.*, 2025); en relación a la actividad física de la especie se han realizado varias investigaciones, entre otros temas para realizar pruebas de ejercicio que pueden ser de gran utilidad para el diagnóstico de condiciones que afectan el rendimiento, tanto como herramienta de medicina preventiva, como en la evaluación de la progresión en el entrenamiento (Velásquez Mosquera *et al.*, 2023). A pesar de la poca difusión de los test de ejercicio, existe una mayor conciencia sobre la necesidad de desarrollar pruebas de ejercicio adecuadas para cada una de las disciplinas ecuestres.

Las pruebas de esfuerzo de los caballos se pueden realizar en una cinta rodante o en el campo, encontrándose ventajas y desventajas entre las técnicas de ejercicio elegidas; las ventajas a destacar de una prueba de ejercicio de campo, es la de permitir examinar al caballo en el entorno en el que normalmente se desempeña (Franklin y Allen, 2014; Allen *et al.*, 2016). Como es el caso de los equinos de servicio de policía montada del Ecuador, los cuales desempeñan un trabajo multidisciplinario en diferentes escenarios.

La información obtenida de las pruebas de ejercicio sirve como base para documentar la intensidad del ejercicio durante el entrenamiento, así como permiten confirmar que las sesiones de entrenamiento preparan adecuadamente al caballo para el trabajo físico demandado o para la competencia requerida (Velásquez Mosquera *et al.*, 2023).

Pese a la importancia de los equinos que cumplen funciones de servicio de patrullaje rural o urbano, no se ha descrito un test de ejercicio para estos caballos, el cual permita evaluar el estado físico y rendimiento de estos equinos. Únicamente se ha planteado, diversos protocolos de pruebas de ejercicio, en especial en la última década para caballos de alto rendimiento; entre las más investigadas son las

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



diseñadas para resistencia, prueba completa, salto, reining, entre otras (Fraipont *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2024; Blake y Marlin, 2025).

En equinos es posible definir la intensidad de un ejercicio al realizar un test estandarizado del mismo, el cual permite analizar el estado físico y evaluar cada uno de los sistemas corporales involucrados en el posible rendimiento deficiente de un equino (Vieira *et al.*, 2024). Todas estas evaluaciones dependen del objetivo de la prueba de ejercicio y pueden ir desde la aplicación de exámenes físicos generales hasta la evaluación mediante procedimientos más tecnificados, como exámenes de claudicaciones por sensores inerciales, endoscopia de las vías aéreas altas en dinámica y estática, pruebas de ergo espirometría, citología del lavado bronco alveolar, electrocardiografía, ecocardiogramas y/o pruebas de laboratorio (Perera *et al.*, 2022; Schmidt *et al.*, 2023).

El lactato es un producto del metabolismo muscular anaeróbico, resultante del aporte insuficiente de oxígeno a la mitocondria muscular, lo que refleja una posible fatiga muscular, mientras que la creatina quinasa es una de las enzimas más específicas para la evaluación del sistema muscular, ya que su aumento sobre los rangos de referencia es un indicador de necrosis celular (Perera *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2024). Así, al analizar la concentración de lactato sanguíneo o enzimas musculares, se puede determinar si existe un daño o fatiga muscular, lo que permitirá desarrollar programas de entrenamiento potenciando la aptitud deportiva (Paris *et al.*, 2024).

A pesar de todos los protocolos diseñados para evaluar problemas sub clínicos y el bienestar de los equinos en el Ecuador, no se han realizado estudios para determinar el estado físico de los caballos de la policía montada, por ello el objetivo de la investigación fue evaluar la concentración de lactato sanguíneo y creatina quinasa como indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador.

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la jefatura operativa de policía montada de la zona 1 del Ecuador, la cual abarca (Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Sucumbíos), con sus instalaciones ubicadas en la ciudad de Ibarra, parroquia Priorato en el barrio de Yaguarcocha, a una altura de 2190 m sobre el nivel del mar y con una temperatura media de 16.0 °C.

La policía montada del Ecuador consta de 242 equinos y en base a su distributivo, de ellos 152 caballos están destinados al servicio de control del orden público, los cuales realizan distintas labores de trabajo bajo diversas condiciones y durante periodos de tiempo muy variados. De estos animales, se seleccionaron 16 equinos de raza silla argentina, 11 equinos machos y 5 hembras de entre 9 y 15 años de edad.

A los 16 equinos se les realizó un examen clínico y ortopédico para descartar posibles problemas relacionados con claudicaciones y/o signos de patologías, motivo por el cual, se descartaron 2 animales por presentar claudicación durante la evaluación y uno por una reacción alérgica dérmica; por lo tanto, un total de 13 equinos fueron seleccionados para el procedimiento experimental.

Para fines prácticos y por los diferentes servicios de patrullaje se dividió a los 13 equinos en dos grupos al azar (Tabla 1), ya que los 13 equinos seleccionados no realizan el servicio de patrullaje al mismo tiempo.

Tabla 1

Grupos de trabajo según el día del procedimiento experimental.

Grupos	Equinos Machos	Equinos hembras	Total
Grupo 1	7	1	8
Grupo 2	3	2	5

Se realizó la prueba de rendimiento a los dos grupos de estudio, la cual incluyó una distancia total recorrida de 223 km, sumatoria de 4 recorridos en Yaguarcocha,

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



Aloburo, Priorato y Arcángel, a una velocidad promedio de 3.1 k/h. Con una rutina de servicio de patrullaje rural de 8 horas de duración, dividido en dos etapas de 4 horas cada una, con 2,5 horas de descanso para la alimentación e hidratación de los equinos.

El muestreo sanguíneo se realizó de la siguiente manera:

- Tiempo 1.- primer muestreo sanguíneo a las 7:30 h luego de que los equinos terminaron su alimentación (6 kg de paca y 2 kg de alimento concentrado).
7:30h 1º muestra de los equinos del grupo 1
7:30h 1º muestra de los equinos del grupo 2
- Tiempo 2.- segundo muestreo sanguíneo a las 12:00 h, luego de 4 horas de servicio de patrullaje y antes a ser llevados los equinos a la pesebrera para la alimentación.
12:00h 2º muestra de los equinos del grupo 1
12:00h 2º muestra de los equinos del grupo 2
- Tiempo 3.- tercera muestra a las 18:30 h, luego de haber cumplido 4 horas de patrullaje adicionales, siendo un total de 8 horas de patrullaje rural en el día.
18:30h 3º muestra de los equinos del grupo 1
18:30h 3º muestra de los equinos del grupo 2

La medición del lactato sanguíneo se realizó inmediatamente tomada la muestra del equino, mediante el uso del equipo portátil Accutrend® Plus y las tiras reactivas para la determinación cuantitativa de lactato en la sangre, luego de 60 segundos. Los datos generados fueron registrados en una hoja de cálculo del programa de Excel.

El método utilizado en el laboratorio para creatina quinasa (CK) fue la fotometría en un analizador cobas c 311, analizador automatizado de acceso aleatorio

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.

para química clínica, de igual manera todos los informes se registraron para su posterior organización una hoja de cálculo del programa de Excel.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el software estadístico minitab 19, se expresaron en promedios con desviación estándar, y las diferencias entre medias se compararon mediante análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de $P < 0,05$ y una confiabilidad el 95 %. A los resultados con una diferencia significativa ($p < 0,05$) se les realizó la prueba de Tukey.

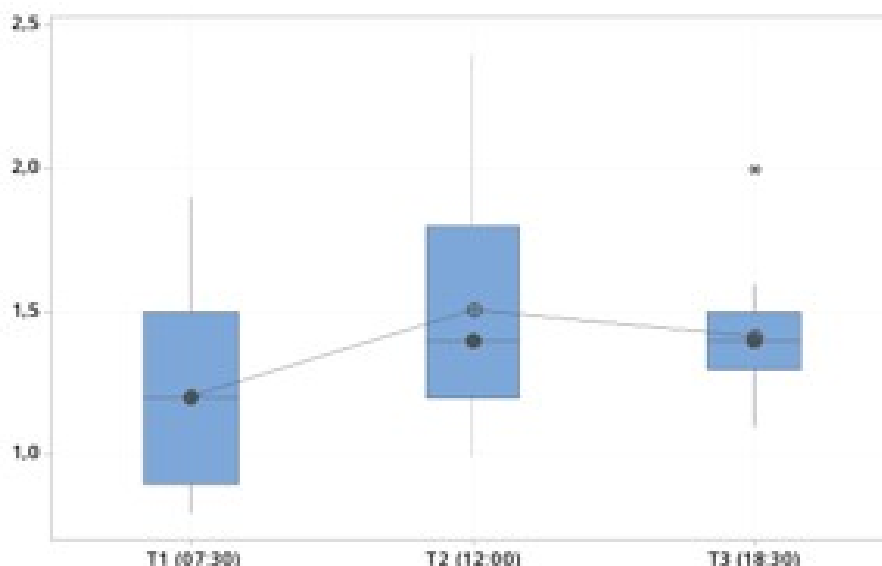
Resultados y Discusión

Evaluación del lactato sanguíneo

Los valores del lactato sanguíneo durante los 3 periodos de tiempo establecidos en la investigación, se detallan en la Figura 1, con una media de $1,4 \pm 0,15$ mmol/L, los cuales se encuentran dentro de los valores fisiológicos determinados para la especie ($1,0 - 2,0$ mmol/L), mostrando una leve tendencia a elevación luego de cuatro horas de servicio de patrullaje (T2) y tendiendo a disminuir los valores cuando los animales se encuentran ya descansando (T3).

Figura 1

Comportamiento del ácido láctico plasmático en los tres tiempos de actividad.



e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

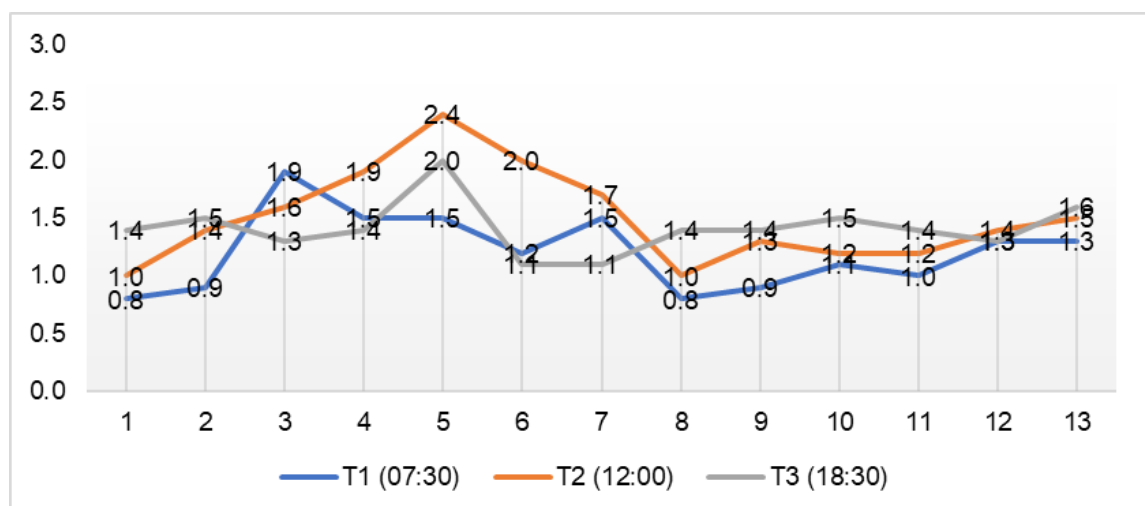
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.

Solamente en el animal número 5, se encontró un leve aumento (2,4 mmol/L), por encima de los valores normales en el T2 (Figura 2), pero sin llegar a 4 mmol/L, lo que sería un indicativo de fatiga muscular. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre las medias de lactato sanguíneo entre los tiempos T1, T2 y T3, por lo cual todas las medias son iguales con 95 % de confiabilidad. Así mismo, mediante ANOVA, el p-valor encontrado fue 0,074 por lo cual no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre las medias de lactato sanguíneo entre los tiempos T1, T2 y T3, por lo cual todas las medias son iguales con 95 % de confiabilidad.

Figura 2

Comportamiento del lactato sanguíneo (mmol/L) de los 13 equinos muestreados en tres tiempos diferentes.



Valores similares a los obtenidos, se describen en caballos colombianos de paso, cuyos investigadores analizaron el lactato en sangre luego de 30 minutos de ejercicio en campo, mostrándose una variabilidad en los valores reportados, caracterizándose por un aumento paulatino del mismo (junto con la frecuencia cardiaca), pero no de una forma estable sino de forma dispersa, especialmente cuando el ejercicio fue aumentando de intensidad; sin embargo no se encontraron

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



diferencias significativas entre los tiempos analizados, con valores dentro de los parámetros normales, pues la media determinada fue de 1.9 mmol/L, y una rango de 1.1 a 3.6 mmol/L (Cabrera *et al.*, 2021).

En el caso de caballos pura sangre Rainger *et al.* (1994) plantean que, tanto en animales entrenados como no entrenados, al ser ejercitados en una cinta rodante y un período de recuperación inactivo de 40 minutos, los niveles de lactato sanguíneo son mucho más bajos (2,1 +/- 0,1 mmol/L) en los equinos entrenados en comparación a los no entrenados, pero sin cambios estadísticamente significativos, lo que indica que mantener entrenados a los animales hace que su rendimiento aumente.

En base a la media para lactato sanguíneo (1,4 +/- 0,15 mmol/L) de este estudio se asume que los equinos presentaron una respuesta aeróbica a la prueba de rendimiento instaurada, lo cual coincide con Paris *et al.* (2024), quienes plantean que, al generarse actividades de carácter anaeróbico en respuesta al ejercicio, se produce una reducción en el rendimiento y una aparición más temprana de la fatiga. La valoración del lactato sanguíneo se ha propuesto con el fin de evaluar el nivel de condición física en equinos de diferentes disciplinas deportivas.

Para Mukai *et al.* (2023) y Vieira *et al.* (2024), el valor de 4 mmol/litro de lactato en sangre se establece como el umbral anaeróbico para el rendimiento equino, donde la forma correcta de acondicionar a los equinos para la resistencia de algún trabajo o ejercicio requerido es mediante un protocolo de acondicionamiento en función de la mejora de la velocidad asociada al umbral de 4 mmol/litro (VLA4) o a través del conocimiento de la velocidad del estado estacionario máximo del lactato sanguíneo (maxLASS), el cual se da entre los 5 y 25 minutos de iniciado el esfuerzo, donde los valores de lactato sanguíneo no deben aumentar más de 1 mmol/L. Si esto sucede (como es el caso de la presente investigación), en un indicativo de que existe un equilibrio entre producción y la eliminación de lactato sanguíneo durante el ejercicio y se determina que el proceso de entrenamiento es el adecuado.

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.

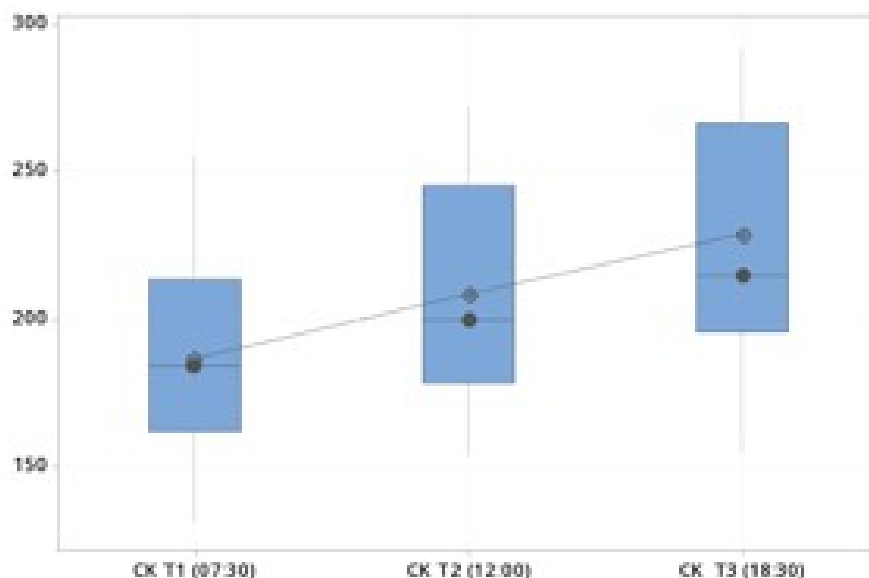
Así mismo, los valores de lactato sanguíneo son significativamente menores en los caballos sin competencia que los que están en competencia, esto es de suma importancia, pues permite determinar que los caballos no están adecuadamente entrenados (Arias *et al.*, 2019).

Evaluación de creatina quinasa

En la Figura 3 se muestran los resultados referentes a la dinámica de la creatina quinasa en los tres tiempos de actividad evaluados, donde los valores individuales y las medias muestran que para todos los animales se encuentra dentro de los parámetros normales con una media para los tres tiempos de actividad de 208,10 +/- 32,27 U/l, observándose solamente una elevación paulatina de los valores medios luego de 4 y 8 horas de servicio de patrullaje.

Figura 3

Comportamiento de la creatina quinasa (CK) en los tres tiempos de actividad.



El comportamiento observado de la creatina quinasa en los 13 equinos evaluados (Figura 4), es consecuente con lo referido en otros estudios donde no se

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

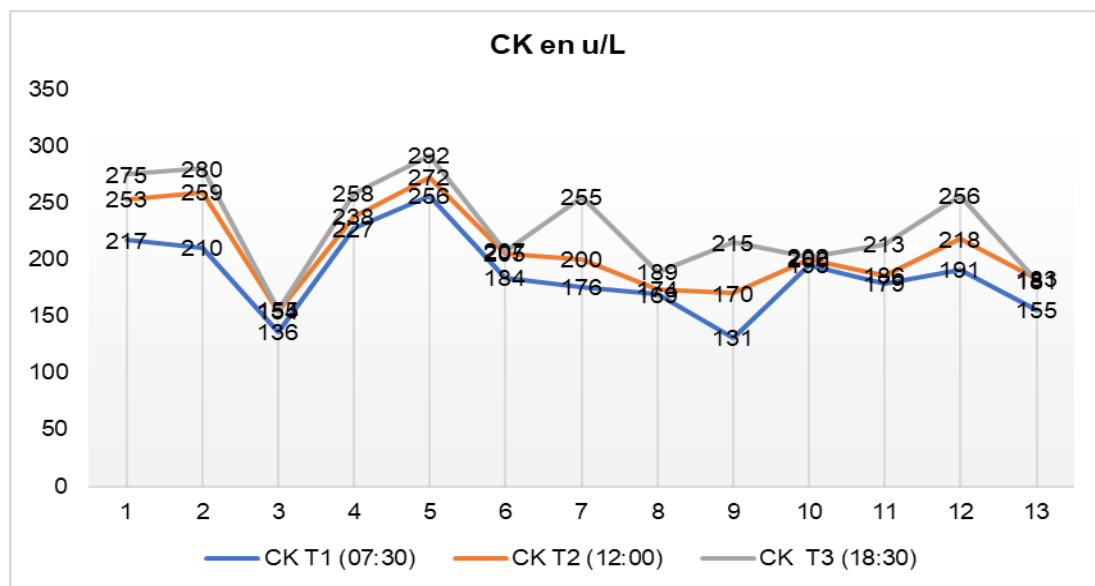
Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.

evidencia un consenso sobre los valores de CK expresados como rangos aceptables o normales en los análisis sanguíneos.

Para el caso de esta investigación se han considerado los valores séricos reportados en caballos de deporte por Giers *et al.* (2023), quienes evidenciaron incrementos significativos de CK en pruebas de campo, y variaciones estacionales, y lo señalado por Rump Dierig *et al.* (2025), donde se destaca la variabilidad de los intervalos de referencia según disciplina y condición física. Esto se relaciona con lo descrito en dicho estudio, donde se concluyó que valores superiores al doble del rango basal pueden asociarse con daño muscular clínicamente relevante.

Figura 4

Comportamiento de la creatina quinasa (CK) de los 13 equinos muestreados en tres tiempos diferentes.



El análisis estadístico no evidencia diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$), con un p-valor de 0,028 donde al menos una media es distinta con 95 % de confiabilidad, identificando la diferencia significativa específicamente entre las medias de T1 y T3, lo cual se comprobó mediante la prueba de Tukey. Este aumento dentro de los rangos fisiológicos posiblemente se debe a un cambio en la permeabilidad del

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



sarcolema más que a la necrosis de las células musculares, según lo referido por (Buzala *et al.*, 2015).

Estudios en equinos de resistencia han concluido que la elevación del nivel plasmático de las enzimas musculares como AST, LDH o la creatina quinasa, se ha asociado con variaciones transitorias en la permeabilidad de la membrana, variaciones en el potencial de membrana dada por cambios en las concentraciones electrolíticas, hipertermia y a modificaciones debidas a presencia de radicales libres de oxígeno (Zohier *et al.* 2023; Rump Dierig *et al.* 2025). Por tanto, el incremento de los valores medios de la creatina quinasa en el presente estudio no denota un daño muscular.

Es importante mencionar que la alimentación también influye en los valores séricos de creatina quinasa, en este sentido Zohier *et al.* (2023) y Connysson y Jansson (2025), refieren que en caballos ejercitados en cinta rodante, cuando los mismos son alimentados con raciones altas en granos, existe un aumento en la actividad de la CK probado al suplementar diferentes dietas con 40 % de energía digestible (ED) como almidón y 5 % como grasa; una dieta similar con adición de bicarbonato de sodio (4,2 % del gránulo); y la dieta rica en grasa donde se proporcionó 7 % DE como almidón y 20 % como grasa. Demostrando que la actividad sérica de CK post ejercicio submáximo difirió dramáticamente entre las dietas y fue mayor en la dieta de bicarbonato y almidón ($6,51 \pm 1,5$) y menor en la dieta rica en grasas ($5,71 \pm 0,6$).

Adicionalmente, se ha probado que dietas ricas en grasas reducen las concentraciones de cortisol en suero antes y después del ejercicio lo que promueve que los equinos muestren comportamientos más tranquilos y sean más fácil trabajar con frecuencias cardíacas más bajas en reposo que se relacionan con menor reactividad a estímulos inesperados, siendo este un comportamiento recomendado en equinos de la policía montada.

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



En la investigación el principal punto determinado fue que los niveles de lactato sanguíneo (excepto en un animal) y creatina quinasa, no se vieron alterados en sus valores normales luego del trabajo de patrullaje de la policía montada, pero que sí tuvieron un ligero incremento a medida que aumenta las horas de patrullaje.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación son pioneros en el Ecuador, donde se determina que los valores del lactato sanguíneo en equinos de la policía montada de la Zona 1 se encontraban dentro de los parámetros normales (1,0 – 2,0 mmol/L), mostrando una leve tendencia a elevación luego de cuatro horas de servicio de patrullaje (T2) y tendiendo a disminuir los valores cuando los animales se encuentran ya descansando, pero sin diferencias estadísticamente significativas, durante y después de un servicio de patrullaje rural.

Las concentraciones de creatina quinasa, se mantuvieron dentro de los parámetros fisiológicos (60-330 U/L), con diferencias significativas durante y después de un servicio de patrullaje.

Los caballos estudiados no superaron los 4 mmol/litro establecidos para el umbral anaeróbico, demostrando que las 8 horas de servicio de patrullaje rural diario, con una etapa de descanso en equinos de la JOPM-Z1, no genera problemas de fatiga muscular o daños en las fibras musculares de los caballos, siendo indicador que los animales están correctamente entrenados para la actividad.

Referencias Bibliográficas

- Allen, K. J., van Erck-Westergren, E. y Franklin, S. H. (2016). Exercise testing in the equine athlete. *Equine Veterinary Education*, 28(2), 89-98.
<https://doi.org/10.1111/eve.12410>
- Arias, M. P., Maya, J. S. y Arango, L. (2019). Efectos de dos protocolos de entrenamiento sobre el lactato sanguíneo en caballos de paso fino. *Revista de*

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



- la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(3), 219-230.
<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v66n3.84259>
- Blake, R. y Marlin, D. (2025). From Biomechanics to Welfare: Integrative Advances in Equine Sports Medicine and Rehabilitation. *Animals*, 15(18), 2706.
<https://doi.org/10.3390/ani15182706>
- Buzala, M., Krumrych, W. y Janicki, B. (2015). Usefulness of Creatine Kinase Activity Determination for Assessing the Effects of Physical Effort in Horses. *Pakistan Veterinary Journal*, 35(3), 267-273. https://www.pvj.com.pk/pdf-files/35_3/267-273.pdf
- Cabrera, A. M. Z., Soto, M. J. C., Aranzales, J. R. M., Valencia, N. M. C. y Gutiérrez, M. P. A. (2021). Blood lactate concentrations and heart rates of Colombian Paso horses during a field exercise test. *Veterinary and Animal Science*, 13, 100185.
<https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100185>
- Connysson, M. y Jansson, A. (2025). Starch Allowance and Muscle Enzyme Activity in Healthy Standardbred Trotters Trained by Professional Trainers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 109(5), 1130-1137.
<https://doi.org/10.1111/jpn.14127>
- Fraipont, A., Van Erck, E., Ramery, E., Fortier, G., Lekeux, P. y Art, T. (2012). Assessing fitness in endurance horses. *The Canadian Veterinary Journal*, 53(3), 311-314. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3280789/>
- Franklin, S. y Allen, K. (2014). Laboratory exercise testing. En: *Equine Sports Medicine and Surgery*. Elsevier. 11-24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-8370-9.00004-7>
- Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K., Müller, S. F., Horstmann, S. y Gehlen, H. (2023). Blood-based markers for skeletal and cardiac muscle function in eventing horses before and after cross-country rides and how they are influenced by plasma volume shift. *Animals*, 13(19), 3110. <https://doi.org/10.3390/ani13193110>

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



- Liu, X., Jia, Y., Pan, J., Zhang, Y., Gong, Y., Wang, X., ... y Orlando, L. (2025). Selection at the GSDMC locus in horses and its implications for human mobility. *Science*, 389(6763), 925-930. <https://doi.org/10.1126/science.adp4581>
- Mukai, K., Ohmura, H., Takahashi, Y., Ebisuda, Y., Yoneda, K. y Miyata, H. (2023). Physiological and skeletal muscle responses to high-intensity interval exercise in Thoroughbred horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1241266. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1241266>
- Paris, A., Accorroni, L., Pepe, M., Cappelli, K., Chiaradia, E., Mecocci, S., ... y Beccati, F. (2024). Retrospective study of standardised field exercise test on injury development, blood lactate and recovery time in endurance horses. *Comparative Exercise Physiology*, 20(2), 109-120. https://brill.com/view/journals/cep/20/2/article-p109_2.xml
- Perera, T. R., Skerrett-Byrne, D. A., Gibb, Z., Nixon, B. y Swegen, A. (2022). The future of biomarkers in veterinary medicine: emerging approaches and associated challenges. *Animals*, 12(17), 2194. <https://doi.org/10.3390/ani12172194>
- Rainger, J. E., Evans, D. L., Hodgson, D. R. y Rose, R. J. (1994). Blood lactate disappearance after maximal exercise in trained and detrained horses. *Research in veterinary science*, 57(3), 325-331. [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(94\)90125-2](https://doi.org/10.1016/0034-5288(94)90125-2)
- Rump Dierig, I., Giers, J., Frenzel, C., Stöckle, S. y Gehlen, H. (2025). Seasonal Trends in Cardiac Troponin I Concentration and Creatine Kinase and Aspartate Aminotransferase Enzyme Activity in Relation to Myocardial Velocity Rates in Eventing Horses. *Animals*, 15(21), 3198. <https://doi.org/10.3390/ani15213198>
- Schmidt, T. E., Gleason, C. B., Samaniego, M. R. y White, R. R. (2023). Effects of wearable therapies on jump performance in sport horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1235932. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1235932>

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación "Biodiversidad y Conservación Animal" de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.



- Velásquez Mosquera, J. C., Parra Ruiz, V, Bayona Vélez, J., Cavanzo Farfán, P. N., Bautista Cepeda, D. A. y Navas Panadero, A. (2023). Evaluación de la condición corporal en caballos deportivos en una academia ecuestre de Cundinamarca, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 26(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v26.n2.2023.2437>
- Vieira, R. G., Titotto, A. C., Costa, G. B. D., Ferraz, G. D. C. y Lacerda-Neto, J. C. D. (2024). Determination of speed and assessment of conditioning in horses submitted to a lactate minimum test—alternative approaches. *Frontiers in Physiology*, 15, 1324038. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1324038>
- Zohier, A. S., Baraka, T. A., Abdelgalil, A. I., Aboelmaaty, A. M. y Yehia, S. G. (2023). Oxidative stress biomarkers status in selected equine sports. *Comparative Clinical Pathology*, 32(3), 461-466. <https://doi.org/10.1007/s00580-023-03457-2>

Conflicto de interés

El manuscrito fue elaborado y revisado por todos los autores, quienes declaran la ausencia de cualquier conflicto de intereses que pueda poner en riesgo la validez de los resultados presentados.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

e9100

Cite este artículo como:

Chacón Marcheco, E., Yanez Pinto, W.E., Garzón Jarrin, R.A. y Silva Déley, L.M. (2026). Indicadores bioquímicos de rendimiento en equinos de la policía montada del Ecuador: lactato sanguíneo y creatina quinasa. *Universidad & ciencia*, 15(1), e9100.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9100>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19191311>

Nota: El Grupo de Investigación “Biodiversidad y Conservación Animal” de la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrolló la investigación con el apoyo de la Jefatura Operacional de Policía Montada de la Zona 1, Ecuador.