

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA  
VETERINARIA**



**EFFECTO ANTIOXIDANTE DE *Lepidium meyenii*  
Walp "MACA" EN CABALLOS DE EQUITACIÓN  
SOMETIDOS A EJERCICIOS EXTENUANTES.**  
**LIMA, 2014.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIA**

**PRESENTADO POR:  
CCOLLANA MEDINA, MARIELA**

**AYACUCHO – PERÚ  
2014**

**“EFECTO ANTIOXIDANTE DE *Lepidium meyenii* walp “MACA” EN  
CABALLOS DE EQUITACIÓN SOMETIDOS A EJERCICIOS  
EXTENUANTES. LIMA, 2014”**

**Recomendado : 11 de noviembre de 2014**

**Aprobado : 25 de noviembre de 2014**



---

**M.V. FLORENCIO CISNEROS NINA**  
Presidente del Jurado

---

**Mg. CARLOS ALBERTO PISCOYA SARMIENTO**  
Miembro del Jurado



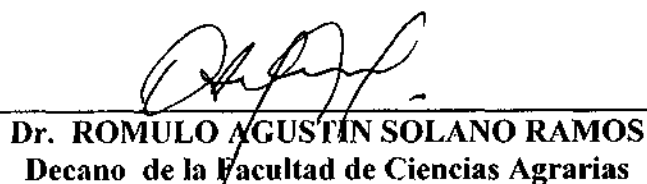
---

**Ing. ROGELIO SOBERO BALLARDO**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. VÍCTOR CARDENAS LÓPEZ**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. ROMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

### **DEDICATORIA.**

**A mis padres Nilo Ccollana  
Palacios y María Medina  
Yupanqui; y para mi gran familia,  
quienes con su apoyo y esfuerzo,  
han hecho posible mis logros.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad Ciencias Agrarias y al personal docente de la Escuela de Medicina Veterinaria, por mi formación profesional.

Al "Regimiento de Caballería Mariscal Domingo Nieto" Escolta Del Presidente de La República, y al Comandante MV. Millones Flores, Carlos, Por permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones y por la ayuda en mi trabajo.

A mis profesores, quienes impartieron conocimientos durante mi formación en las aulas universitarias y fuera de ellas.

A los miembros del jurado por su colaboración con el presente trabajo de investigación.

Al MSC. MV. Piscocoya Sarmiento, Carlos Alberto, por su asesoría en el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO I. REVISION DE LITERATURA	01
1.1. GENERALIDADES	01
1.1.1. RADICALES LIBRES (RL), ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO (ERO) U OXIDANTES	01
1.1.2. ANTIOXIDANTES	01
1.1.3. ESTRÉS OXIDATIVO	02
1.1.4. GENERALIDADES DEL EQUINO ATLETA	03
1.2. COMPOSICIÓN SANGUÍNEA DEL EQUINO	04
1.2.1. HEMATOLOGÍA SANGUÍNEA DEL EQUINO	04
1.2.1.1. ERITROCITOS	04
1.2.1.1.1. VOLUMEN CELULAR AGLOMERADO (VCA) / HEMATOCRITO	05
1.2.1.2. LEUCOCITOS	06
1.2.1.2.1. TIPOS DE LEUCOCITOS	06
1.2.1.3. PLAQUETAS	09
1.2.2. BIOQUÍMICA SANGUÍNEA DEL EQUINO	10
1.2.2.1. PROTEÍNAS TOTALES (PT)	10
1.2.2.2. ÁCIDO ÚRICO (AU)	11
1.2.2.3. CREATINA QUINASA - MB (CK-MB)	11
1.2.2.4. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT)	12
1.2.2.5. LACTATO DESHIDROGENASA (LDH)	13

1.2.2.6.	FOSFATASA ALCALINA (FAS)	14
1.3.	MACA	14
1.3.1.	TAXONOMÍA	15
1.3.1.1.	UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MACA	16
1.3.2.	MORFOLOGÍA	16
1.3.2.1.	FLORES	17
1.3.2.2.	INFLORESCENCIA	17
1.3.2.3.	CÁLIZ	17
1.3.2.4.	COROLA	17
1.3.2.5.	GINECEO	17
1.3.2.6.	FRUTO	18
1.3.3.	BIOLOGÍA	18
1.3.3.1.	FASE VEGETATIVA	18
1.3.3.2.	FASE REPRODUCTIVA	18
1.3.4.	PROPIEDADES	19
1.4.	LA VITAMINA E	20
1.4.1.	PROPIEDADES	21
1.5.	EL SELENIO	22
1.5.1.	PROPIEDADES	22
1.6.	ANTECEDENTES	23
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS		31
2.1.	MATERIALES	31
2.1.1.	MATERIALES BIOLÓGICOS	31
2.1.2.	MATERIALES QUÍMICOS	31

2.1.3.	MATERIALES FÍSICOS	32
2.1.4.	EQUIPOS	33
2.2.	DISEÑO METODOLÓGICO	33
2.2.1.	LUGAR Y UBICACIÓN	33
2.2.2.	ANIMALES	34
2.2.2.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES	34
2.2.3.	PROCÉDIMIENTO	35
2.2.3.1.	TRATAMIENTOS	36
2.2.3.2.	MUESTRAS	37
2.2.3.2.1.	MUESTRAS DE SANGRE ENTERA	37
2.2.3.2.1.1.	HEMATOCRITO	37
2.2.3.2.1.2.	HEMOGLOBINA	39
2.2.3.2.1.3.	CÓNTEO DE ERITROCITOS	39
2.2.3.2.1.4.	CONTEO DE LEUCOCITOS	41
2.2.3.2.1.5.	CONTEO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS	42
2.2.3.2.1.6.	PLAQUETAS	43
2.2.3.2.2.	MUESTRAS DE SUERO	45
2.2.3.2.2.1.	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES (PT)	46
2.2.3.2.2.2.	DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ÚRICO (AU)	47
2.2.3.2.2.3.	DETERMINACIÓN DE CREATINA QUINASA (CK-MB)	48
2.2.3.2.2.4.	DETERMINACIÓN DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT)	49
2.2.3.2.2.5.	DETERMINACIÓN DE LACTATO DESHIDROGENASA (LDH)	51

2.2.3.2.2.6. DETERMINACIÓN DE FOSFATASA ALCALINA (FAS)	52
2.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
2.2.4.1. ANÁLISIS DE DATOS	54
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1. HEMOGRAMAS	55
3.1.1. HEMOGRAMAS DEL GRUPO DE TESTIGOS	55
3.1.2. HEMOGRAMAS DEL GRUPO CON TRATAMIENTO CON MACA	59
3.1.3. HEMOGRAMAS DEL GRUPO CON TRATAMIENTO CON VIT. E MÁS SELENIO	63
3.1.4. COMPARACIÓN DE HEMOGRAMA	66
3.2. BIOQUÍMICA SANGUINEA	68
3.2.1. PROTEÍNAS TOTALES (PT)	68
3.2.1.1. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TESTIGOS	69
3.2.1.2. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	70
3.2.1.3. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VIT. E MÁS SE	72
3.2.2. ÁCIDO ÚRICO (AU)	74
3.2.2.1. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TESTIGOS	74
3.2.2.2. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	76
3.2.2.3. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VIT. E MÁS SE	77



3.2.3.	CREATINA QUINASA - MB (CK-MB)	79
3.2.3.1.	CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TESTIGOS	79
3.2.3.2.	CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	81
3.2.3.3.	CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TRAT. CON VIT. E MÁS SE	83
3.2.4.	ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT)	85
3.2.4.1.	ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TESTIGOS	85
3.2.4.2.	ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	87
3.2.4.3.	ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TRAT. CON VIT. E MÁS SE	89
3.2.5.	LACTATO DESHIDROGENASA (LDH)	90
3.2.5.1.	LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TESTIGOS	90
3.2.5.2.	LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	93
3.2.5.3.	LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TRAT. CON VIT. E MÁS SE	94
3.2.6.	FOSFATASA ALCALINA (FAS)	96
3.2.6.1.	FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TESTIGOS	96
3.2.6.2.	FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA	98

3.2.6.3.	FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VIT. E MÁS SE	100
3.2.7.	COMPARACIÓN TOTAL DE BIOQUÍMICA	101
3.2.7.1.	PRUEBA DE TUKEY DE PROTEÍNAS TOTALES	102
3.2.7.2.	PRUEBA DE TUKEY DE ÁCIDO ÚRICO	103
3.2.7.3.	PRUEBA DE TUKEY DE CK-MB	104
3.2.7.4.	PRUEBA DE TUKEY DE AST	106
3.2.7.5.	PRUEBA DE TUKEY DE LDH	107
3.2.7.6.	PRUEBA DE TUKEY DE FAS	108
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES	110
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	112
	ANEXOS	
	ÍNDICE DE CUADROS	
	ÍNDICE DE GRÁFICOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Composición de la harina de maca en 100 gr.	20
Cuadro 2.1. Distribución de grupos de animales sometidos a los diferentes tratamientos	34
Cuadro 2.2. Dosis de medicamentos a ser administrados	36
Cuadro 2.3. Cronograma de las actividades a realizar según tratamiento	36
Cuadro 3.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T1	56
Cuadro 3.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T2	60
Cuadro 3.3. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T3	63
Cuadro 3.4. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T1, T2 y T3	66
Cuadro 3.5. Análisis de varianza de proteínas totales del T1	69
Cuadro 3.6. Análisis de varianza de proteínas totales del T2	71
Cuadro 3.7. Análisis de varianza de proteínas totales del T3	72
Cuadro 3.8. Análisis de varianza de ácido úrico del T1	74
Cuadro 3.9. Análisis de varianza de ácido úrico del T2	76
Cuadro 3.10. Análisis de varianza de ácido úrico del T3	77
Cuadro 3.11. Análisis de varianza de CK-MB del T1	79
Cuadro 3.12. Análisis de varianza de CK-MB del T2	82
Cuadro 3.13. Análisis de varianza de CK-MB del T3	83
Cuadro 3.14. Análisis de varianza de AST del T1	85

Cuadro 3.15. Análisis de varianza de $\overline{AST}$ del $\overline{T2}$	87
Cuadro 3.16. Análisis de varianza de $AST$ del $T3$	89
Cuadro 3.17. Análisis de varianza de $LDH$ del $T1$	91
Cuadro 3.18. Análisis de varianza de $\overline{LDH}$ del $\overline{T2}$	93
Cuadro 3.19. Análisis de varianza de $LDH$ del $T3$	94
Cuadro 3.20. Análisis de varianza de $FAS$ del $T1$	96
Cuadro 3.21. Análisis de varianza de $\overline{FAS}$ del $\overline{T2}$	98
Cuadro 3.22. Análisis de varianza de $FAS$ del $T3$	100
Cuadro 3.23. Cuadrados medios del análisis de varianza de bioquímica total del $T1$ , $T2$ y $T3$	102

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T1	57
Gráfico 3.2. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del T1	58
Gráfico 3.3. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T2	61
Gráfico 3.4. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del T2	62
Gráfico 3.5. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T3	64
Gráfico 3.6. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del T3	65
Gráfico 3.7. Prueba de Tukey de hematocrito entre tratamientos	67
Gráfico 3.8. Prueba de Tukey de hemoglobina entre tratamientos	68
Gráfico 3.9. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T1	69
Gráfico 3.10. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T2	71
Gráfico 3.11. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T3	73
Gráfico 3.12. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T1	75
Gráfico 3.13. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T2	76
Gráfico 3.14. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T3	78
Gráfico 3.15. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T1	80
Gráfico 3.16. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T2	82
Gráfico 3.17. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T3	84
Gráfico 3.18. Prueba de Tukey de AST de los momentos del T1	86
Gráfico 3.19. Prueba de Tukey de AST de los momentos del T2	88
Gráfico 3.20. Prueba de Tukey de AST de los momentos del T3	89

Gráfico 3.21. Prueba de Tukey de LDH de los momentos del T1	91
Gráfico 3.22. Prueba de Tukey de LDH de los momentos del T2	93
Gráfico 3.23. Prueba de Tukey de LDH de los momentos del T3	95
Gráfico 3.24. Prueba de Tukey de FAS de los momentos del T1	97
Gráfico 3.25. Prueba de Tukey de FAS de los momentos del T2	99
Gráfico 3.26. Prueba de Tukey de FAS de los momentos del T3	100
Gráfico 3.27. Prueba de Tukey de proteínas totales entre tratamientos	103
Gráfico 3.28. Prueba de Tukey de ácido úrico entre tratamientos	104
Gráfico 3.29. Prueba de Tukey de CK-MB entre tratamientos	105
Gráfico 3.30. Prueba de Tukey de AST entre tratamientos	106
Gráfico 3.31. Prueba de Tukey de LDH entre tratamientos	107
Gráfico 3.32. Prueba de Tukey de FAS entre tratamientos	108

## RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las instalaciones del: Regimiento de Caballería "Mariscal Domingo Nieto" - El Agustino - Lima. Regimiento de Caballería "Glorioso Húsares de Junín" - Chorrillos - Lima. Escuela de Equitación del Ejército - La Molina - Lima. Hospital Veterinario Central del Ejército - Chorrillos - Lima. Facultad de Medicina Veterinaria – Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima. Estas instituciones se ubican en la costa del Perú en el departamento de Lima, con una altura de 46 m.s.n.m. (Chorrillos) hasta los 238 m.s.n.m. (La Molina). El objetivo del presente trabajo de tesis ha sido evaluar el efecto antioxidante de *Lepidium meyenii* Walp "maca" en caballos de equitación sometidos a ejercicio extenuante, para mejorar su rendimiento en las competencias y reducir las lesiones musculares que acarrearán a los caballos de equitación. Los animales se clasificaron en tres grupos, cada uno conformado por 10 equinos, el primer grupo no recibió tratamiento y son los testigos (T1) el segundo grupo recibió tratamiento con *Lepidium meyenii* Walp "maca" (T2) y el tercer grupo recibió tratamiento con Vitamina E más Se (T3). Se procedieron a la toma de muestras sanguíneas para las determinaciones hematológicas y bioquímicas de 30 equinos en total. Las variables en la evaluación del hemograma que tienen un cambio altamente significativo de  $p(0.05)$  después del ejercicio son el hematocrito y hemoglobina. Las variables en la evaluación de bioquímica sanguínea que tienen un cambio altamente significativo de  $p(0.05)$  después del ejercicio son proteínas totales, ácido úrico, CK-MB, AST, LDH y FAS. Se llega a la conclusión de que el mejor tratamiento con respecto a su capacidad de antioxidantes es

la Vitamina E más Se (myoselen) y que el grupo de tratamiento con maca es más efectiva que el grupo de los testigos, pero menor que el grupo de tratamiento con Vitamina E más Se (myoselen).

Palabras Clave: Equino, maca, antioxidante, hemograma, Creatina quinasa-MB, aspartato aminotransferasa, lactato deshidrogenasa, fosfatasa alcalina, ácido úrico, proteínas totales.



## **INTRODUCCIÓN**

Estudios sobre las adaptaciones hematológicas y bioquímicas en caballos de equitación, durante el ejercicio y después de éste, han demostrado que el volumen total de glóbulos rojos y la concentración de hemoglobina pueden ser indicadores confiables para evaluar la aptitud física y el nivel de entrenamiento que presenta un caballo para realizar un determinado ejercicio. También, el nivel de enzimas musculares en respuesta al ejercicio, ha sido propuesto como índice de aptitud, donde aquellos animales físicamente menos acondicionados debieran presentar mayores incrementos en la actividad enzimática que aquellos que presentan una mejor condición física.

Los radicales libres de oxígeno son continuamente generados en las diferentes vías metabólicas, son capaces de interactuar con diferentes biomoléculas y provocar daño celular. No obstante los organismos poseen una poderosa red antioxidante que protege de los efectos nocivos de los radicales libres. El estrés oxidativo es consecuencia de un desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad antioxidante de un

organismo, cuando los radicales libres exceden la defensa antioxidante, se produce lesión celular, trastornos fisiológicos y cambios patológicos en la salud del animal. Se demostrará la efectividad como antioxidante de la "maca" y mejorar la performance de equinos sometidos a este tratamiento como aditivo en la alimentación diaria y demostrar así la efectividad de productos disponibles en el mercado actual, a base de este ingrediente.

Los aficionados a la equitación y la carrera de caballos por las competencias que realizan, someten a sus caballos a trabajos forzados, presentándose un gran porcentaje de animales con problemas musculares con penoso caminar al término de una jornada, acarreado el costo elevado que demanda su tratamiento y la inoperatividad del semoviente por muchos días hasta meses, otras veces quedando inutilizados ejemplares con mucho performance, no pudiendo explotar la carga genética que poseen, que es el de saltar obstáculos superiores a 1,50 metros.

Con el presente estudio de investigación se pretende ampliar los conocimientos, del efecto antioxidante de *Lepidium meyenii* Walp "maca" y vitamina E con selenio en caballos de equitación sometidos a ejercicios extenuante en Lima.

Se evaluaron los efectos del consumo de harina de maca como parte de su alimentación y aplicación de vitamina E con selenio en caballos de equitación; para así, determinar cuantitativamente los beneficios fisiológicos a nivel muscular en la población equina sometidos a ejercicio extenuantes (equitación) y reducir las lesiones musculares.

Estudiar la variación del hemograma y bioquímica entre ellos la Creatina quinasa-MB, aspartato aminotransferasa, lactato deshidrogenasa, fosfatasa alcalina, ácido úrico y proteínas totales, en caballos de salto antes y después ejercicio, se hizo indispensable para determinar los cambios fisiológicos entre estas variables.

Por ello en el trabajo de investigación los objetivos son los siguientes:

Objetivo general:

- Evaluar el efecto antioxidante de *Lepidium meyenii* Walp “maca” en caballos de equitación sometidos a ejercicio extenuante.

Objetivos específicos:

- Determinar los valores hematológicos en animales tratados *Lepidium meyenii* Walp “maca”, con vitamina E más selenio y testigos.
- Determinar los parámetros bioquímicos en animales tratados con *Lepidium meyenii* Walp “maca”, con vitamina E más selenio y testigos.
- Comparar los valores hematológicos y bioquímicos de los caballos sometidos al tratamiento con *Lepidium meyenii* Walp “maca”, con los hallados en los animales tratados con vitamina E más selenio y testigos.

## **CAPÍTULO I**

### **REVISION DE LITERATURA**

#### **1.1. GENERALIDADES**

##### **1.1.1. RADICALES LIBRES (RL), ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO (ERO) U OXIDANTES.**

Un radical libre es cualquier molécula o átomo que tiene en su última capa uno o más electrones desapareados (es decir, un número impar). Estos electrones desapareados confieren al radical una enorme reactividad química que le conducirá a interactuar rápidamente con otras moléculas con las que entre en contacto (Ramón, 1993).

##### **1.1.2. ANTIOXIDANTES**

Dado que las especies reactivas de oxígeno (ERO) y otras formas de radicales libres (RL) se forman constantemente en forma inevitable durante los procesos metabólicos, la célula ha desarrollado un poderoso y complejo sistema de defensa para limitar la acción a estos agentes que recibe el nombre genérico de antioxidantes (AO), y puede definirse como

moléculas que previenen la formación descontrolada de RL o inhiben sus reacciones con estructuras biológicas (Contreras *et al.*, 2002).

### 1.1.3. ESTRÉS OXIDATIVO

El estrés oxidativo constituye un desequilibrio entre la generación de RL y la defensa de AO, que puede conducir a un estado de daño, esta acepción no precisa si la alteración es por el incremento de los RL o por una disminución de la respuesta homeostática de los tejidos (Contreras *et al.*, 2002).

Se refiere también al estrés oxidativo como la resultante de una deficiencia de sustancias protectoras naturales o de una excesiva exposición a agentes generadores de radicales libres (prooxidantes); en otras palabras, el estrés oxidativo se desencadenan cuando los prooxidantes exceden la capacidad de los AO de un organismo. Un ejemplo lo constituye la respuesta inflamatoria crónica en donde la sobre producción de ERO por macrófagos activados sobrepasa la defensa AO y agrava las lesiones de los tejidos involucrados (Miller *et al.*, 1993).

En otro ámbito la baja tensión de oxígeno que se produce en el lapso de una isquemia induce la formación de xantina oxidasa. Durante el período de reperfusión tisular, esta enzima cataliza la reacción entre el oxígeno y la hipoxantina generando ERO de los cuales el radical superóxido puede desencadenar la formación de nuevos radicales libres. La alteración provocada por los radicales libres originados en esta situación, se conoce daño por repercusión (Bulger *et al.*, 2001).

Como consecuencia de que la presentación del daño oxidativo puede atribuirse a una deficiencia de sustancias protectoras, queda establecida una estrecha relación entre el estrés oxidativo y el estatus nutricional. Diversos estudios han puesto de manifiesto que una inadecuada de estos nutrientes deprime la acción de algunas enzimas AO, lo que favorece la presentación de estrés oxidativo (López *et al.*, 2001).

**1.1.4. GENERALIDADES DEL EQUINO ATLETA** La evolución del equino como animal de presa lo ha dotado con un sistema cardiovascular de funciones muy especializadas. La capacidad que posee este animal para correr con eficacia a grandes velocidades eclipsa las correspondientes habilidades de los seres humanos y de la mayor parte de las especies. Esto se debe en gran medida a la capacidad única del caballo para adaptarse rápidamente a las demandas de las actividades aeróbicas y anaeróbicas. Todos los caballos que participan en competencias de alto rendimiento deben someterse a un plan de entrenamiento; este debe tener como finalidad desarrollar un atleta que expresa el máximo de su potencial, preservando al animal para que tenga una campaña o vida deportiva lo más duradera posible y con el menor número de lesiones. La especificidad del entrenamiento hace referencia a dos leyes que siempre deben tenerse en cuenta y dicen:

El plan de entrenamiento debe ser específico para cada caballo (*variación individual*).

El plan de entrenamiento debe ser específico para cada disciplina hípica

*(el tipo de ejercicio que realiza durante las sesiones de entrenamiento = al tipo de ejercicio que realizará durante la competencia) (Boffi, 2007).*

## **1.2. COMPOSICIÓN SANGUÍNEA DEL EQUINO**

La sangre es un tipo de tejido conjuntivo, y obtener una muestra de sangre es en esencia hacer una biopsia; la sangre está compuesta por diversas células rodeadas por una sustancia no celular, al igual que ocurre con otro tipo de tejidos como el tejido fibroso, el hueso o el cartílago. Por supuesto la diferencia principal es que la sustancia extracelular de la sangre es un líquido llamado plasma; ésta característica, además del hecho de que la mayoría de este "tejido" se localiza cerca de la superficie del animal permite obtener una muestra de sangre de manera comparativamente más sencilla que obtenerla de órganos y tejidos más densos (Voigt, 2003). La sangre del caballo es un líquido que contiene, en volumen aproximadamente 45% de eritrocitos, glóbulos rojos o hematíes, 1% de células blancas (leucocitos) y plaquetas, y un 54% de plasma. La sangre puede separarse en sus componentes celular y líquido mediante centrifugación. La fase líquida de la sangre es mucho más ligera que las células, este líquido acelular o extracelular de la sangre se denomina plasma (Mutis *et al.*, 2003).

### **1.2.1. HEMATOLOGÍA SANGUÍNEA DEL EQUINO**

**1.2.1.1. ERITROCITOS:** Glóbulos rojos sanguíneos o hematíes son el tipo de células más numerosos del organismo, su producción tiene lugar en la médula ósea, requiriendo de 6 a 8 días para alcanzar la madurez; si se

produce un incremento de la demanda puede ser liberado a sangre de 3 a 5 días (Voigt, 2003); la vida media de los eritrocitos en el caballo en promedio es de 140-155 días (Schalm's, 2000), los eritrocitos son esenciales para transportar oxígeno a los tejidos a través del sistema vascular, los antiguos son extraídos y eliminados por el bazo (Boffi, 2007). La función de los hematíes es transportar el pigmento respiratorio hemoglobina (Hb) de los pulmones a los tejidos corporales, debido a que la Hb atrae y libera oxígeno, la función esencial del eritrocito es distribuir dicho elemento por todo el organismo; el diámetro de los eritrocitos en el equino tiene un tamaño en promedio de 5,8 micras y un rango de 4,0 – 8,0 micras (Voigt, 2003). Cuando el contenido de hemoglobina de la sangre aumenta, también crece la capacidad de transportar oxígeno. Esto último sucede en muchos mamíferos, pero especialmente en el caballo atleta cuando se está ejercitando; ya que, se produce la contracción del bazo, que libera a la circulación más eritrocitos (Funquist, 2001).

#### **1.2.1.1.1. VOLUMEN CELULAR AGLOMERADO (VCA) / HEMATOCRITO**

Se define el hematocrito (Hto) como la fracción de volumen que los eritrocitos ocupan en un volumen de sangre (Coby, 2003), según Voigt (2003), el hematocrito significa "dividir o separar la sangre". Se utiliza el hematocrito para estudiar casos de deshidratación y anemia. Según Boffi (2007), los niveles normales de hematocrito de caballos pura sangre ingles en reposo oscilan entre 32% y 47%, a diferencia de Shalm's



(2000), donde los denota entre 32% y 53% en caballos de sangre fría (pony) y sangre caliente (cuarto de milla, árabe) respectivamente. Si los niveles están por debajo o por encima de lo anterior, indica que hay algún problema. El objetivo de medir el volumen celular aglomerado es determinar el porcentaje de eritrocitos que circulan por la sangre periférica en el momento de la extracción (Salgado *et al.*, 2009).

**1.2.1.2. LEUCOCITOS:** Los leucocitos también llamados glóbulos blancos son un conjunto heterogéneo de células sanguíneas que son los efectores celulares de la respuesta inmune, así intervienen en la defensa del organismo contra sustancias extrañas o agentes infecciosos. Se originan en la médula ósea y en el tejido linfático (Mutis *et al.*, 2003). A diferencia de lo que ocurre con los eritrocitos, no existe diferencia en los glóbulos blancos de un caballo sedentario en reposo y un caballo atleta. Sin embargo se presentan alteraciones transitorias durante el ejercicio debido a una distribución intravascular de granulocitos y linfocitos. Es por esto que tras un ejercicio extremo podría observarse un leve incremento en los glóbulos blancos presentando una variación en la relación neutrófilo-linfocito. Esta condición podría persistir incluso varias horas después de haber finalizado el ejercicio (Boffi, 2007).

**1.2.1.2.1. TIPOS DE LEUCOCITOS:** Se han identificado varios tipos que incluso tienen funciones diferentes. Se clasifican en:

a) **GRANULOCITOS:** Entre los granulocitos existen tres clases: neutrófilos, eosinófilos y basófilos.

a.1) **NEUTRÓFILOS:** Son la primera línea de las defensas del organismo. Forman aproximadamente un 60% del total de glóbulos blancos, o entre 3.500 a 6.000 en número por ml. Reaccionan rápidamente, en unas cuatro horas, ante cualquier problema. Con ciertos tipos de infecciones severas pueden aumentar en número, hasta 40.000. Sin embargo, sus números bajan ante problemas relacionados con estrés fuerte o algún virus. Si se ve un aumento en el número del neutrófilo segmentado, quiere decir que el animal está experimentando un estrés agudo y está utilizando incluso los neutrófilos inmaduros producidos recientemente por la médula ósea. Se pueden ver también bajo un microscopio cambios en la estructura celular, que pueden indicar un problema de infección o inflamación (Boffi, 2007).

a.2) **EOSINÓFILOS:** Son células grandes de color rojo, que reaccionan ante problemas relacionados con alergias o irritaciones en el sistema respiratorio. Una variación por debajo de lo normal sólo sale al principio de un problema, cuando los eosinófilos han salido de la sangre para ir al tejido afectado, y no ha pasado suficiente tiempo para producir más (Boffi, 2007).

**1.2.2.2. ÁCIDO ÚRICO (AU):** La contracción muscular requiere un aporte y resíntesis continuos de ATP, ya que los mecanismos contráctiles resultan en hidrolisis y desdoblamiento hacia ADP y Pi (fosforo inorgánico). La elevación de ADP activa la enzima miokina (MK), que cataliza la reacción:  $ADP + ADP = ATP + AMP$ . La AMP (Adenosina monofosfato) producida es posteriormente desaminada hacia IMP (inosina monofosfato) y amoníaco por acción de la enzima AMP desaminasa. El IMP formado es degradado a continuación hacia inosina, xantina e hipoxantina en el interior muscular. La hipoxantina es liberada hacia el torrente sanguíneo, de modo que los productos finales del metabolito de las purinas en el caballo son el ácido úrico (Trigo *et al.*, 2011).

**1.2.2.3. CREATINA QUINASA - MB (CK-MB):** La creatina quinasa cataliza la producción de fosfocreatina a través de la fosforilación de una molécula de creatina, consumiendo una molécula de ATP en el proceso. La molécula de ADP formada para crear una molécula de fosfocreatina se convierte inmediatamente en ATP por las mitocondrias. En la miofibrilla, al inicio de la contracción muscular, la concentración de ADP aumenta a medida que disminuye los niveles de ATP. En esta situación la enzima cataliza la reacción inversa, transfiriendo un radical fosforilo al ADP, restaurando rápidamente la concentración de ATP. Así, la fosfocreatina, por intermedio del ATP, constituye una reserva energética rápidamente utilizable por el músculo esquelético y otros tejidos, como por ejemplo el del cerebro (metabolismo anaeróbico). Sin embargo, la reserva de

fosfocreatina no permite este gasto por un gran período de tiempo. Este proceso de obtención de energía, pasados 10 segundos, da lugar a otros mecanismos, como la glucólisis anaerobia y por último la respiración celular, que toma el relevo después de unos dos minutos hasta el final del ejercicio muscular. La creatina quinasa (CK) es una enzima dimérica compuesta por dos tipos de subunidades monoméricas, M (muscular) y B (cerebral), La creatina quinasa puede fugarse del interior de las miofibrillas de un músculo deteriorado. Cuando se encuentran niveles elevados de creatina quinasa en una muestra de sangre indica generalmente que el músculo está siendo destruido por algún proceso anormal, tal como una distrofia muscular o una inflamación. Sin embargo, existen ciertas condiciones como la fiebre o el esfuerzo muscular que pueden arrojar altos niveles sanguíneos de creatina quinasa sin patología aparente (Kraft, 1998).

**1.2.2.4. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT):** Es una enzima aminotransferasa que se encuentra en varios tejidos del organismo de los mamíferos, especialmente en el corazón, el hígado y el tejido muscular. Se encuentran cantidades elevadas de esta enzima en el suero en casos de infarto agudo de miocardio, hepatopatía aguda, miopatías, por el empleo de determinados fármacos y en cualquier enfermedad o trastorno en el cual resulten seriamente dañadas las células. La aspartato aminotransferasa se eleva en cualquier situación que exista daño hepático y daño pulmonar. También se encuentra

presente en hematíes, miocardio, músculo esquelético, riñón y cerebro, por lo cual ante la presencia de daño en cualquiera de estos sitios también elevará su concentración sérica (Gómez, 2004).

**1.2.2.5. LÁCTATO DESHIDROGENASA (LDH):** es una enzima catalizadora que se encuentra en muchos tejidos del cuerpo, pero su presencia es mayor en el corazón, hígado, riñones, músculos, glóbulos rojos, cerebro y pulmones. Corresponde a la categoría de las oxidoreductasas, dado que cataliza una reacción redox, en la que el piruvato es reducido a lactato gracias a la oxidación de NADH a NAD<sup>+</sup>. Dado que la enzima también puede catalizar la oxidación del hidroxibutirato, ocasionalmente es conocida como Hidroxibutirato Deshidrogenasa (HBD). Participa en el metabolismo energético anaerobio, reduciendo el piruvato (procedente de la glucólisis) para regenerar el NAD<sup>+</sup>, que en presencia de glucosa es el sustrato limitante de la vía glucolítica. Los vertebrados, en algunos tejidos o tipos celulares, obtienen la mayor parte de su energía del metabolismo anaerobio (toda en el caso de eritrocitos dado que carece de mitocondrias). La lactato deshidrogenasa pasa a la sangre ante toda destrucción de estos tejidos (traumática, infecciosa o neoplásica), por lo que su elevación en el suero es un signo inespecífico de organicidad de un proceso, es decir, de que un órgano o tejido ha sido lesionado. También es un índice de proliferación en el seguimiento de una neoplasia y es relativamente valiosa para el diagnóstico y seguimiento del infarto agudo de

míocárdio pues su elevación en este proceso es poco específica. Para el caso de equinos los niveles aumentados de lactato deshidrogenasa pueden indicar ejercicio muscular muy violento (Kraft, 1998).

**1.2.2.6. FÓSFATASA ALCALINA (FAS):** Es una enzima hidrolasa responsable de eliminar grupos de fosfatos de varios tipos de moléculas como nucleótidos, proteínas y alcaloides. El proceso de eliminar el grupo fosfático se denomina desfosforilación. Como sugiere su nombre, las fosfatasas alcalinas son más efectivas en un entorno alcalino. La fosfatasa alcalina recibe el nombre de orto-fosfórico-monoéster hidrolasa. Estas enzimas proceden de la ruptura normal de las células sanguíneas y de otros tejidos, muchas de ellas no tienen un papel metabólico en el plasma excepto las enzimas relacionadas con la coagulación y con el sistema del complemento. La fosfatasa alcalina se encuentra presente en casi todos los tejidos del organismo, siendo particularmente alta en huesos, hígado, placenta, intestinos y riñón. Tanto el aumento, así como su disminución en plasma tienen significado clínico. Con respecto a los niveles encontrados en el suero sanguíneo de equinos post-ejercicio se relacionaran por su presencia en la ruptura anormal de células principalmente, células musculares (Kraft, 1998).

### **1.3. MACA.**

La maca, la única brassícea domesticada en los Andes, cultivo que en la actualidad ha retomado la importancia que tuvo en el pasado, es una

especie que reúne una excelente calidad alimenticia, alta productividad y adaptación a condiciones ecológicas muy frías donde otro cultivo no podría prosperar. Su cultivo está restringido a los departamentos de Junín y Pasco. Estas zonas están ubicadas a 4000 y 4450 m.s.n.m. que corresponden al piso ecológico de la puna, la cual se caracteriza por tener temperaturas promedio entre 4 y 7 °C, alta irradiación solar, frecuentes heladas, vientos fuertes y suelos ácidos pH < 5 (Aliaga, 2010).

Otros nombres comunes: maca-maca, maino, ayak chichira, ayak willku.

### 1.3.1. TAXONOMÍA

Dos nombres científicos diferentes son empleados para la maca, cuya validez y prioridad no es clara. El nombre más antiguo es *Lepidium meyenii* Walp "maca" (Walpers, 1843). La descripción original se basa en un espécimen (holotipo) que fue colectado en Perú, departamento de Puno, cerca de Pisacoma, a una altitud cercana a los 5.000 m. Chacón, en un estudio tan amplio como poco claro, separa la forma cultivada, *Lepidium peruvianum* G. Chacón de Popovici, de la especie silvestre comestible *L. Meyenii* (Chacón, 1990). Si bien el catálogo de la flora de Perú menciona ambos nombres, el nombre *L. peruvianum* es escasamente reconocido por otras fuentes, y por ejemplo no se encontraba, hasta hace muy poco, por ejemplo, en el The International Plant Names Index (Brako, 1993).

No existe una revisión crítica más reciente del género *Lepidium* en los Andes sudamericanos y las definiciones actuales se refieren en gran

medida a Hitchcock (Hitchcock, 1945). Los trabajos más recientes, referidos para Australia y Norteamérica y una monografía más antigua de todo el género no ayudan mucho más en este punto. Un juicio científico sobre la validez del nombre *L. peruvianum* requiere de una revisión sistemática crítica, que no existe hasta el momento.

Sobre la base de los datos disponibles hasta ahora, la separación de *L. meyenii* en varias especies con seguridad no es científicamente justificable y la maca debería denominarse con el nombre científico *L. meyenii*, de acuerdo al principio de prioridad del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Álaga, 2010).

#### **1.3.1.1. UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MACA: (Walpers, 1843)**

División	: Magnoliophyta.
Clase	: Magnoliopsida o Dicotiledonea.
Sub clase	: Dilleniidae.
Orden	: Capprales.
Familia	: Brassicaceae o Crucífera.
Tribu	: Lepidieae.
Especie	: <i>Lepidium meyenii</i> .
Nombre común	: Maca.

#### **1.3.2. MORFOLOGÍA**

La planta es una roseta con una raíz pivotante que forma con el hipocotilo un órgano de almacenamiento subterráneo que es la parte comestible.



Las hojas son compuestas y muestran dimorfismo; en plantas vegetativas son grandes y en plantas reproductivas son muy reducidas (Aliaga, 2010).

**1.3.2.1. FLÓRES.** Son pequeñas con pedicelo largo, actinomorfas y bisexuales (Aliaga, 2010).

**1.3.2.2. INFLORESCENCIA.** Básicamente formada por racimos compuestos (panícula) aunque en estado de primera floración se pueden observar flores solitarias, pequeños racimos simples y muy raras veces pequeños racimos compuestos (Aliaga, 2010).

**1.3.2.3. CÁLIZ.** Dialisépalo regular, con cuatro sépalos persistentes, cóncavo y de color que varía entre verdoso, violáceo y verdoso-violáceo (Aliaga, 2010).

**1.3.2.4. COROLA.** Formada por dos estambres con anteras amarillentas de dehiscencia longitudinal y cuatro nectáreos verdosos ubicados en la base del ovario, dos a cada lado de los estambres (Aliaga, 2010).

**1.3.2.5. GINECEO.** De ovario súpero, ancho y ligeramente aplanado, dos lobular, dos carpelar, con la parte estilar muy reducida y el estigma pequeño, globoso y abultado. Presencia de tabique que divide al ovario en dos porciones iguales. La placentación es tabical superior (Aliaga, 2010).

**1.3.2.6. FRUTO.** Es una silícula dehiscente la cual contiene dos semillas pequeñas, de color que varía entre amarillo naranja y marrón oscuro (Aliaga, 2010).

### **1.3.3. BIOLOGÍA**

Con relación a la biología de la planta se puede mencionar que la maca se comporta en la sierra alta como una especie bienal, no descartando su comportamiento anual a menores altitudes. Tiene dos fases claramente definidas; (1) fase vegetativa o de producción de hipocotilos y (2) fase reproductiva o de producción de semilla (Aliaga, 2010).

#### **1.3.3.1. FASE VEGETATIVA (ocho meses). Etapas:**

- Germinación.
- Hojas cotiledonales.
- Dos hojas verdaderas.
- Desarrollo foliar (forma de roseta).
- Ensanchamiento de hipocotilos.

**1.3.3.2. FASE REPRODUCTIVA (cinco meses).** Esta fase se dividirá en dos partes: biología de la planta y biología de la flor.

Biología de la planta Etapas:

- Segunda fase vegetativa.
- Primera floración.
- Brotamiento de ramas generativas principales.

- Botoneo de ramas generativas principales.
- Botoneo de ramas generativas secundarias.
- Fructificación.
- Término de floración.
- Dehiscencia de frutos.

#### **1.3.4. PROPIEDADES**

- La raíz del *Lepidium meyenii* Walp “maca”, constituye la porción comestible de la planta, y la medicina tradicional le atribuye propiedades afrodisíacas, reguladora, inmunoestimulante, energizante, antioxidante y antiartrítica, en la cascara de la raíz se encuentra principalmente los componentes que le dan a la maca el poder antioxidante (Rea, 1992).
- En plantas medicinales, han sido encontradas varias clases de metabolitos con propiedades antimutagénicas, antioxidantes, anticancerígenas e inmunomoduladoras, sustancias importantes en el tratamiento de varias enfermedades infecciosas, desórdenes inmunológicos y cáncer (Punture, 2004).
- Se considera que la “maca” protege contra el estrés oxidativo posee efecto adaptogénico es un buen suplemento alimenticio, energizante, eleva el hematocrito, la maca demuestra la ausencia de toxicidad (Canales, 2000).
- Por su contenido en Vitamina C, vitamina E y minerales como el Zinc, Manganeso y Cobre, es considerado antioxidante, porque evita el envejecimiento celular precoz (Canales, 2000).

**Cuadro 1.1. Composición de la harina de maca en 100 gr.**

Energía (Kcal)	292.00
Agua (gr)	11.10
Proteína (gr)	14.00
Grasa (gr)	1.00
Carbohidratos (gr)	68.50
Fibra (gr)	0
Ceniza (gr)	5.50
Calcio (mg)	245.00
Fosforo (mg)	192.00
Hierro (mg)	25.00
Retinol (mg)	0
Tiamina (mg)	0.28
Riboflavina (mg)	0.60
Ácido ascórbico (mg)	8.00
<b>TOTAL</b>	<b>100 gr</b>

*Rea, 1992*

#### **1.4. LA VITAMINA E**

Esta vitamina perteneciente al grupo liposoluble se presenta en 8 diferentes formas llamadas tocoferoles y tocotrienoles. Cada forma tiene su actividad biológica propia. La forma más eficaz de la vitamina E es la alfa tocoferol. La absorción de la vitamina E es relativamente pobre, aproximadamente solo el 20% al 40% de la ingesta es absorbida. La absorción depende de la capacidad para digerir y absorber los lípidos. Las enzimas pancreáticas son esenciales para su absorción. Se deposita lentamente en hígado, músculo y principalmente en el tejido adiposo. La vitamina E no es destruida por la cocción. Su destrucción se ve favorecida

ante grasas poliinsaturadas, la exposición a la luz, las frituras y ante el oxígeno. La vitamina E usualmente es vendida como suplementos en la forma de acetato de alfa tocoferol. La forma sintética tiene la mitad de actividad comparada con la forma natural (Licata, 2013).

#### **1.4.1. PROPIEDADES**

- **Antioxidante:** la vitamina E es un antioxidante natural que reacciona con radicales libres solubles en lípidos de la membrana celular. De esta forma mantiene la integridad de la misma dando protección a las células ante la presencia de compuestos tóxicos, metales pesados (plata, mercurio, plomo), drogas y radiaciones. La toxicidad de estas sustancias extrañas está dada por los radicales libres que se generan durante la detoxificación (desintoxicación) del organismo (Licata, 2013).

- **Sistema inmune:** cumple un rol importante en cuanto al mantenimiento del sistema inmune saludable, especialmente durante el stress oxidativo y enfermedades virales crónicas. Induce la proliferación de células de defensa y aumenta la respuesta celular ante algún daño o infección (Licata, 2013).

- **Stress oxidativo:** el oxígeno puede ser a veces dañino ya que actúa sobre las moléculas del organismo haciéndolas muy reactivas. Cuando estas moléculas se vuelven tan reactivas comienzan a dañar las estructuras celulares de su alrededor. Las células no utilizan todo el oxígeno que les entra sino que una pequeña porción de ese oxígeno será convertida en formas químicas nocivas denominadas radicales libres que

son muy inestables y reaccionan con células cercanas provocándole un gran daño, alterándoles su función, envejeciéndolas y destruyéndolas. Es causado por un desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad del organismo para eliminar el exceso. Su conocimiento es la base de todas las terapias antioxidantes, incluida la ozonoterapia (Licata, 2013).

## **1.5. EL SELENIO**

El selenio es un micromineral o elemento traza, esencial para la buena salud pero sólo en pequeñas cantidades. El selenio es incorporado a las proteínas formando las selenoproteínas, consideradas enzimas antioxidantes. Ayuda a prevenir el daño celular producido por los radicales libres, contribuye en la regulación de la glándula tiroides y tiene un rol importante en nuestro sistema inmune, entre otras funciones. Existen dos reservas importantes de selenio en nuestro organismo. Una proviene del selenio proveniente de la dieta (seleniometionina) y la otra del hígado, a través del selenio presente en una enzima hepática (glutatión peroxidasa) (Licata, 2013).

### **1.5.1. PROPIEDADES: (Licata, 2013)**

- Antioxidante: previene el daño celular, junto con la vitamina E y vitamina C, causado por la oxidación de radicales libres, es decir que previene el envejecimiento celular y la aparición de enfermedades crónicas como cáncer y cardiopatías.

- Inmunidad: es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema inmune, ya que aumenta la producción de glóbulos blancos
- Tiroides: interviene en el buen funcionamiento de la glándula tiroides, ya que es un elemento esencial para el desarrollo, crecimiento y metabolismo normal debido a su rol en la regulación de las hormonas tiroideas.
- Selenoproteínas: existen al menos 25 selenoproteínas identificadas con diferentes funciones, la mayoría con funciones antioxidantes.
- Otras funciones:
  - Neutraliza el efecto de metales pesados (arsénico, plomo, cadmio, mercurio)
  - Participa en el metabolismo de lípidos y grasas.

## **1.6. ANTECEDENTES.**

La utilización del oxígeno en diferentes reacciones metabólicas da lugar a la producción de moléculas muy reactivas, radicales libres (RL) debido a la presencia de un electrón desapareado en la última capa que le hace reaccionar muy fácilmente con distintas moléculas, lo que a nivel de las membranas reduce la capacidad de producir energía y contribuye a desarrollar los procesos de envejecimiento (Paffenbarger, 1990). Con la evolución se han ido desarrollando mecanismos paralelos de defensa antioxidantes para proteger de esos RL, así como mecanismos reparadores que prevengan la acumulación de las moléculas dañadas oxidativamente (Sies, 1991).

Las consecuencias de las prácticas físicas mal realizadas pueden afectar a distintos sistemas y órganos, así se puede establecer que la falta de control de las cargas de trabajo conduce a largo plazo a la fatiga crónica, con repercusiones sobre múltiples órganos. La práctica de ejercicios a intensidades elevadas provoca daño tisular, debido a microtraumas repetitivos y al aumento en la producción de radicales libres como consecuencia del incremento del consumo de oxígeno (Leeuwenburg *et al.*, 1994). Provocando un verdadero estado inflamatorio, con aumento de producción de los neutrófilos e incluso de citoquinas proinflamatorias como la interleuquina-1 (IL-1), interleuquina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF –  $\alpha$ ) (De Teresa, 1999).

Se realizó la evaluación *in vitro* el efecto antioxidante de las hojas de *Lepidium meyenii*, "maca" por el método de la decoloración del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). (E. Acuoso de hipocótilo) determinando una actividad antioxidante del 95.55% a 200 ug/ml, en comparación con el ácido ascórbico (Vitamina C) que presentó un promedio antioxidante de 92.82% (Cuentas *et al.*, 2008).

En la práctica clínica, el hemograma ofrece una información confiable y valiosa sobre el estado físico del equino, además es una herramienta útil como apoyo a la evaluación del rendimiento deportivo de los caballos atletas. Los parámetros hematológicos establecidos para la especie



equina se caracterizan por estar dentro de rangos muy amplios que no tienen en cuenta la raza, el sexo o la edad de los animales evaluados, además, los valores reportados para la raza pura sangre inglés (PSI) han sido establecidos en otros países, razón por la cual es necesario determinar los parámetros hemáticos en caballos PSI nacidos en Colombia. El objetivo de este trabajo es establecer las diferencias entre algunos valores del hemoleucograma según la edad y el sexo en caballos pura sangre inglés (PSI) del Hipódromo Los Comuneros. Se tomaron datos de hemogramas seriados de 75 caballos PSI activos, machos y hembras, juveniles (de 3 a 5 años de edad) y adultos (de 6 a 8 años de edad), durante 2 años. Se realizó un análisis de varianza entre los resultados de machos y hembras y los grupos de juveniles y adultos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los parámetros establecidos relacionados con las diferentes edades y con el sexo, ya que todos los valores de promedio fueron mayores de 0.05 (Arias, 2006).

Se realizó la determinación del efecto antioxidante *in-vitro* de los extractos acuosos, etanólico y clorofórmico de la "maca" *Lepidium peruvianum*, el método consistió en hacer la hemólisis en eritrocitos por medio de un indicador de radicales libres como es el 2,2 azobis (2-amidinopropano) clorhidrato (AAPH), posteriormente se evaluó la liberación de hemoglobina por la ruptura de la membrana del eritrocito, en presencia de antioxidantes la cantidad de hemoglobina liberada es menor. Las

muestras fueron harina cruda de maca (mezcla de varios ecotipos), harina tostada de maca (mezcla de varios ecotipos), ecotipo maca amarilla, ecotipo maca blanca, una vez obtenidos los extractos fueron solubilizados con polivinilpirrolidona (povidona) por un método de coprecipitación, la concentración con las que se trabajó fueron 7.5+- 1.2, 15 +- 2.9, 30+-4.4, 60+-8.6, 120+-17.8 mg/L de los extractos secos correspondientes el control se realizó con dos antioxidantes bien estudiados la vitamina E y vitamina C. Los resultados fueron evaluados estadísticamente por el método Tukey demostrando que los extractos son iguales en su efecto antioxidante en comparación a los antioxidantes utilizados como control las concentraciones con mayor efecto antioxidante fueron 120+-17.8 mg/L tanto para la harina cruda de maca (extracto acuoso y etanólico) como para la harina tostada (extracto cloroformico), se llegó a la conclusión que los extractos acuosos y etanolicos tienen mayor efecto antioxidante que los extractos cloroformicos, Se demostró que los extractos de *Lepidium peruvianun* disminuyen la hemólisis (Rosas *et al.*, 2003).

La "maca" es consumida desde tiempos ancestrales como parte de la dieta. Se le ha atribuido propiedades medicinales y se encuentra incluida en la medicina tradicional peruana. Estudios recientes describen que la administración de maca reduce la glicemia en animales normoglicémicos, pero los mecanismos involucrados no están muy claros. Objetivos: Determinar el efecto hipoglicemiante y antioxidante de la harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp) del ecotipo amarillo, en ratas con diabetes

inducida por estreptozotocina. Diseño: Experimental. Institución: Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Material biológico: Harina de maca amarilla y ratas albinas Holtzmann machos con diabetes inducida. Intervenciones: Se administró la harina de maca amarilla a las ratas distribuidas en 4 grupos: grupo I control (solo dieta); II, harina de maca 4 g/día; III, harina de maca 6 g/día; y IV, dieta + glibenclamida 10 mg/kg de peso; el experimento duró 46 días. Se evaluó diariamente la glicemia y el peso; al final del experimento se determinó en sangre los niveles de insulina, parámetros de daño oxidativo (vitamina C) y se midió la peroxidación lipídica (TBARS), como indicador del proceso oxidativo. Principales medidas de los resultados: Modificación de los niveles de glicemia, insulina, vitamina C y formación del complejo MDA-TBARS. Resultados: La administración de harina de maca en la dieta (4 a 6 g/día) de animales diabéticos redujo la glicemia en 50%, incrementó los niveles de insulina 22% y mejoró los niveles de vitamina C respecto al grupo control. La administración de maca 4 g/día disminuyó el daño oxidativo, pues redujo la formación del complejo MDA-TBARS en 54% con respecto al grupo control. Conclusiones: La administración de harina de maca amarilla a animales diabéticos mejoró el metabolismo de la glucosa, regulando la glicemia y elevando los niveles de insulina. También, incrementó las defensas antioxidantes y protegió del daño oxidativo que se presenta en la diabetes (Rodrigo *et al.*, 2011).

Se estudió la variación en los niveles de hematocrito (Hto), proteínas plasmáticas totales (ppt) y albúmina (Alb) en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en la ciudad de Bogotá D.C., en el que se utilizaron 12 equinos (edad entre 5 y 9 años) de salto de la Escuela de Equitación del Ejército Nacional de Colombia (EEE), como metodología se tomaron muestras sanguíneas directamente de la vena yugular de los equinos, sometidos a ejercicio monitorizado y cronometrado (30 minutos) en 3 momentos específicos: en reposo (T1), inmediatamente finalizado el entrenamiento (T2) y a las 6 horas post-entrenamiento (T3), durante un período total de 2 meses. Estas tomas se realizaron en los días 0, día 15, día 30, día 45 y día 60, bajo los parámetros antes mencionados; los resultados obtenidos fueron depurados y analizados por medio del programa EXCEL y STATÍSTIX, haciéndose un análisis de estadística descriptiva y de comparación de medias por medio del test de Tukey, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ ; lo cual determinó diferencias estadísticamente significativas entre  $\bar{T}1$  y  $\bar{T}2$  y entre  $\bar{T}1$  y  $\bar{T}3$  en el mismo día de muestreo para hematocrito, en contraste con los niveles séricos de proteínas plasmáticas totales y albúmina que mostraron diferencias significativas entre los valores obtenidos en los distintos días de muestreo (0, 15, 30, 45, 60); indicando que la síntesis de proteínas séricas puede verse afectada por factores ambientales, nutricionales, patologías agudas y crónicas, factores fisiológicos como la edad, cambios hormonales, factores extrínsecos y por estrés. Se concluyó que las diferencias significativas entre los días de muestreo para albúmina, puede

relacionarse a factores como baja disponibilidad de agua, aumento de la temperatura ambiental, entre otros (Salgado *et al.*, 2009).

Se realizó un estudio post-ejercicio en 10 equinos de salto a través de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas. Se obtuvieron muestras sanguíneas en reposo e inmediatamente finalizado el ejercicio, cada 15 días, durante 60 días. Se obtuvo la media, desviación estándar y se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre: reposo *v/s* postejercicio; reposo de los distintos muestreos (día 15 a día 60) *v/s* reposo del día 0 y postejercicio de los distintos muestreos (día 15 a día 60) *v/s* post-ejercicio del día 0, como consecuencia del entrenamiento. Los resultados han permitido determinar que la frecuencia cardíaca y respiratoria fueron significativamente menores ( $P < 0,05$ ) en el post-ejercicio una vez finalizado el período de entrenamiento *v/s* el post-ejercicio del día 0. Así mismo, la recuperación fue significativamente más rápida en el día 60 *v/s* día 0. El volumen globular aglomerado (VGA) y la hemoglobina (HB) fueron significativamente mayores ( $P < 0,05$ ) en el post-ejercicio del último muestreo (día 60) *v/s* el post-ejercicio del primer muestreo (día 0). Las proteínas totales, glucosa sanguínea y aspartato aminotransferasa no mostraron cambios estadísticamente significativos. La actividad plasmática de creatinfosfoquinasa aumentó después de realizado el ejercicio *v/s* reposo. Este aumento solo fue significativo ( $P < 0,05$ ), al inicio del estudio (día 0). Posteriormente, los valores de esta

enzima disminuyeron significativamente ( $P < 0,05$ ). De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que el entrenamiento produce una adaptación fisiológica de los individuos que se traduce en un descenso de la frecuencia cardíaca y respiratoria, aumento del VĜĀ y HĪ y una disminución de la actividad plasmática de las enzimas relacionadas con daño muscular (Gómez, 2004).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. MATERIALES.**

##### **2.1.1. MATERIALES BIOLÓGICOS.**

- 30 Equinos, debidamente identificados. Ver (Anexo 01)
- Harina de maca.
- Sangre entera.
- Suero sanguíneo.

##### **2.1.2. MATERIALES QUÍMICOS. Ver (Anexo 02)**

- Kit para determinación de proteínas totales (PT).
- Kit para determinación de ácido úrico (AU).
- Kit para determinación de creatina quinasa-MB (CK-MB).
- Kit para determinación de aspartato aminotransferasa (AST/GOT).
- Kit para determinación de lactato deshidrogenasa (LDH).
- Kit para determinación de fosfatasa alcalina (FAS).
- Dilutor: cloruro de sodio.

- Solución de Türk.
- Colorante de Wright.
- Myoselen (vitamina E + Selenio).

### **2.1.3. MATERIALES FÍSICOS. Ver (Anexo 03)**

- Tubos vacutainer con anticoagulante (EDTA) de 3 ml.
- Tubos vacutainer sin anticoagulante de 6 ml.
- Regla de medición para hematocrito.
- Agujas hipodermicas N° 18.
- Crioviales de 2 ml.
- Tubos capilares.
- Plastilina.
- Tubos de ensayo de 7 x 12 mm.
- Cámara de Neubauer.
- Tips de 50 ul y 1.0 ml.
- Laminas y Laminillas cubre objetos.
- Contómetro.
- Cooler.
- Gradillas para tubo de ensayo.
- Papel toalla.
- Guantes quirúrgicos.
- Mascarillas.
- Alcohol.
- Algodón.



#### **2.1.4. EQUIPOS. Ver (Anexo 03)**

- Analizador semiautomático. (SINNOWA - BS3000).
- Centrífuga. (HERMLE LABNET-Z206A).
- Microscopio electrónico.
- Balanza sensible de 0.0 - 300 gr. (SMARWEIGH).
- Micropipetas automáticas de 5- 50 ul. (FINNPIPETTE).
- Micropipetas automáticas 100-1000 ul. (FINNPIPETTE).
- Refrigeradora.

## **2.2. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.2.1. LUGAR Y UBICACIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en las siguientes instituciones:

- a) Regimiento de Caballería "Mariscal Domingo Nieto" - El Agustino - Lima.
- b) Regimiento de Caballería "Glorioso Húsares de Junín" - Chorrillos - Lima.
- c) Escuela de Equitación del Ejército - La Molina - Lima.
- d) Hospital Veterinario Central del Ejército - Chorrillos - Lima.
- e) Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM - Lima.

Dichas instituciones se ubican en la costa del Perú en el departamento de Lima, distritos mencionados por cada institución, con una altura de 46 m.s.n.m. (Chorrillos) hasta los 238 m.s.n.m. (La Molina).

## 2.2.2. ANIMALES

Se trabajó con un total de 30 equinos Argentinos de las siguientes características:

- Sexo : Machos castrados y hembras vacías.
- Edad : Entre los 04 y 08 años de edad.
- Peso : 350 a 400 kilogramos.
- Alzada : A la cruz 1.65 a 1.70 metros.
- Condición corporal: Buena.
- Manejo : Mismo manejo y alimentación. Ver (Anexo 09)
- Herrado : Con platinas de hierro.

Distribuidos en 10 equinos por tratamiento de acuerdo el siguiente Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1. Distribución de grupos de animales sometidos a los diferentes tratamientos.**

N°	GRUPO	TOTAL
1	Testigo (T1)	10
2	Maca (T2)	10
3	Vit E + selenio (T3)	10
<b>Total</b>		<b>30</b>

### 2.2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES

Se registró en una base de datos como: fotografías de frente y perfil, nombre, número de matrícula, número de chip, edad, sexo, talla (alzada de la cruz) y condición corporal.

### **2.2.3.2. MUESTRAS**

Las muestras de sangre fueron obtenidas mediante punción de la vena yugular izquierda con una aguja N° 18 la sangre fue recogida en dos tubos de vacutainer de 3 y 6 ml con y sin anticoagulante respectivamente.

#### **2.2.3.2.1. MUESTRAS DE SANGRE ENTERA**

Se determinó el hemograma completo, esta prueba está compuesta hematocrito, hemoglobina, conteo de eritrocitos, conteo de plaquetas, conteo de leucocitos y conteo diferencial de leucocitos.

**2.2.3.2.1.1. HEMATOCRITO:** Determinó la proporción o porcentaje de glóbulos rojos en la sangre.

Se analizó el hemograma completo, hematocrito y los niveles de hemoglobina (Reagan *et al.*, 2002).

- **Parámetros normales:** 30-48
  
- **Unidad de medida:** %
  
- **Materiales:**
  - Sangre con anticoagulante.
  - Tubos capilares.
  - Plastilina.
  - Centrífuga.
  - Regla de medición para hematocrito.
  
- **Procedimiento:**

- a. Homogenizó la muestra de sangre delicadamente.
- b. Colectó la sangre en el tubo capilar.
- c. Se selló por el extremo inferior del tubo el llenado es hasta las  $\frac{3}{4}$  partes capilar con la plastilina.
- d. Llevó a la centrífuga a 10000 revoluciones por un tiempo de 5 minutos.
- e. La lectura se realizó con la regla de medición para hematocrito.
- f. Se sostuvo el tubo frente a la escala de manera que el fondo de la columna de eritrocitos (no el extremo inferior del tubo) quede exactamente al mismo nivel de la línea horizontal correspondiente al cero.
- g. Se desplazó el tubo a través de la escala hasta que la línea marcada con el número 100 quede al nivel del tope de la columna de plasma. Vigilar que el fondo de la columna de eritrocitos continúe sobre la línea cero.
- h. El tubo se encontró completamente en posición vertical.
- i. La línea que pase al nivel del tope de la columna de eritrocitos indicó la fracción de volumen de éstos.
- j. Apuntó el valor en la ficha técnica.

**2.2.3.2.1.2. HEMOGLOBINA:** se realizó por teoría, la hemoglobina es la tercera parte del hematocrito.

- **Parámetros normales:** 10-18
- **Unidad de medida:** gr/dl

Hemoglobina = <u>Hematocrito</u>
----------------------------------

3.1
-----

**2.2.3.2.1.3. CONTEO DE ERITROCITOS:** Se realizó para identificar cualquier variación en el número de células de la serie roja, como puede ser en el caso de la anemia (Reagan *et al.*, 2002).

- **Parámetros normales:** 6,000,000-12,000,000
- **Unidad de medida:** mm<sup>3</sup>
- **Materiales:**
  - Tubo de ensayo.
  - Dilutor: cloruro de sodio.
  - Sangre con anticoagulante.
  - Micropipeta automática.
  - Típs.
  - Cámara de Neubauer.
  - Laminilla cubre objetos.

- Contómetro.
- Microscopio.

➤ **Procedimiento:**

- a. Se tomó 20 µl (0,02mL) de sangre total con anticoagulante, o sangre capilar y se deposita en un tubo que contenga 3ml con 980 µl de dilutor de glóbulos rojos (cloruro de sodio) y se homogenizó.
- b. Se dejó reposar aproximadamente 5 minutos y se procede a cargar la cámara con la misma pipeta usando un nuevo tip.
- c. Se enfocó la cuadrícula a 10x, luego con el objetivo de 40x contar sobre el cuadrado grande central de la cámara sólo en 5 cuadrados pequeños: uno central y cuatro angulares (80 cuadraditos en total).
- d. En el recuento se incluyen las células que cubren o tocan por dentro o por fuera las líneas limitantes superior e izquierda en el cuadrado pequeño de recuento y no se consideran los correspondientes a los límites inferior y derecho.
- e. **Cálculo:**

$$\begin{aligned}
 \text{Nº de hematíes x mm}^3 &= \frac{\text{hematíes contados en 5 cuadrados pequeños}}{\text{Altura x dilución x área}} \\
 \text{Reemplazando} &= \frac{\text{hematíes contados en 5 cuadrados pequeños}}{1/10 \times 1/200 \times 1/5} \\
 &= \frac{\text{hematíes contados en 5 cuadrados pequeños}}{1/10\ 000} \\
 &= \text{hematíes contados x } 10\ 000
 \end{aligned}$$

**2.2.3.2.1.4. CONTEO DE LEUCOCITOS:** Se solicita cuando se sospecha de una infección o una enfermedad que afecte la producción de leucocitos, y para monitorizar un tratamiento (Reagan *et al.*, 2002).

➤ **Parámetros normales:** 6,000-12,000

➤ **Unidad de medida:** mm<sup>3</sup>

➤ **Materiales:**

- Tubo de ensayo.
- Solución de turk.
- Sangre con anticoagulante.
- Micropipeta automática.
- Típs.
- Cámara de Neubauer.
- Laminilla cubre objetos.
- Contómetro.
- Microscopio.

➤ **Procedimiento:**

- a. Se cargó 190 µl de solución de turk con la ayuda de la micropipeta y el tip.
- b. Se vertió el contenido en un tubo de ensayo.
- c. Se cargó con la micropipeta automática 10 µl de sangre el verterlo en el tubo con la solución de turk y homogenizó la muestra.

- d. Se cargó la muestra en la cámara de Neubauer y cubriarla con la laminilla.
- e. Se observó al microscopio a un aumento de 10x y procedió a realizar el conteo, el conteo se realizó en los 4 cuadrados de la cámara de Neubauer.
- f. Cálculo:

$$\frac{N \times 20 \times 10}{4} = N \times 50$$

N = cantidad de leucocitos.

20 = título de dilución.

10 = corrección de profundidad de la cámara para llevar a 1mm<sup>3</sup>

4 = número de cuadritos contados.

**2.2.3.2.1.5. CONTEO DIFERENCIAL DE LEUCÓCITOS:** Consiste en identificar y enumerar los tipos de células (Reagan *et al.*, 2002).

➤ **Parámetros normales:** (Böhmwald *et al.*, 1986).

- Neutrófilos abastoados.....0-2
- Neutrófilos segmentado.....41-63
- Linfocitos..... 30-50
- Monocitos.....1-5
- Eosinófilos..... 1-5



- Basófilos..... 0-2

➤ **Unidad de medida:** %

➤ **Materiales:**

- Sangre con anticoagulante.

- Láminas portaobjetos.

- colorante de Wright.

➤ **Procedimiento:**

a. Procedimiento para la obtención del frotis sanguíneo:

a.1. Calidad del frotis: Debe abarcar 80% de la lámina con cabeza, cuerpo y cola. Extensiones gruesas dificultan la visualización e identificación celular, mientras que las delgadas originan una distribución anormal de los elementos.

b. Procedimiento para la tinción del frotis:

El colorante de Wright va a permitir suministrar un medio para estudiar la sangre y determinar las variaciones y anomalías de estructura, forma y tamaño de los eritrocitos, su contenido de hemoglobina y sus propiedades de coloración. La información obtenida de un frotis de sangre periférica depende en gran parte de la calidad del frotis y la coloración.

b.1. Una vez obtenido el frotis sanguíneo, se dejó secar por unos minutos.

b.2. Luego se colocó la preparación en un soporte y se cubrió con el colorante de Wright, dejándolo por espacio de 3 minutos.

- b.3. Posteriormente se añadió solución amortiguada tamponada en partes iguales hasta obtener un brillo metálico, dejando 5 minutos adicionales.
- b.4. Finalmente se lavó con agua corriente y se deja secar.
- b.5. Se colocó en el microscopio y, con pequeño aumento, se revisa la calidad de la coloración, la cantidad aproximada de glóbulos blancos y se escogió el sitio para iniciar el recuento. Se colocó una gota de aceite de inmersión y se enfoca a un aumento de 100x.
- b.6. La diferenciación de las células se realizó analizando el campo microscópico haciendo un recorrido transversal, se clasifican como mínimo 100 leucocitos.
- b.7. Los leucocitos a diferenciarse fueron: Neutrófilos abastados, Neutrófilos segmentados, Linfocitos, Monocitos, Eosinófilos y Basófilos.

**2.2.3.2.1.6. PLAQUETAS:** Recuento de plaquetas en sangre, para diagnosticar un trastorno del sangrado o una enfermedad de la médula ósea (Reagan *et al.*, 2002).

- **Parámetros normales:** 120,000 – 500,000
- **Unidad de medida:** mm<sup>3</sup>
- **Procedimiento:**

El número de plaquetas se estimó en el frotis sanguíneo para lo cual se cuenta las plaquetas en 10 campos microscópicos, la sumatoria de los 10

campos se promedió, este promedio se multiplica por 15000. De esta manera se obtendrá el número de plaquetas sanguíneas.

#### **2.2.3.2.2. MUESTRAS DE SUERO.**

Se analizaron los siguientes parámetros: proteínas totales (PT), ácido úrico (AU), Creatina quinasa-MB (CK-MB), aspartato aminotransferasa (AST), lactato deshidrogenasa (LDH) y fosfatasa alcalina (FAS). Estas determinaciones se realizaron mediante espectrofotometría con analizador semiautomático.

##### **➤ Materiales para las determinaciones bioquímicas**

- Kit para determinación de proteínas totales (PT).
- Kit para determinación de ácido úrico (AU).
- Kit para determinación de creatina quinasa - MB (CK-MB).
- Kit para determinación de aspartato aminotransferasa (AST/GOT).
- Kit para determinación de lactato deshidrogenasa (LDH).
- Kit para determinación de fosfatasa alcalina (FAS).
- Analizador semiautomático (SINNOWA - BS3000).
- Micropipetas automáticas de 5- 50 µl. (FINNPIPETTE).
- Micropipetas automáticas 100-1000 µl. (FINNPIPETTE).
- Tips de 50 µl y 1.0 ml.
- Gradillas para tubo de ensayo.
- Tubos de ensayo de 7 x 12 mm.
- Agua destilada.

- Papel toalla.
- Guantes quirúrgicos.
- Muestra de suero en crioviales de 2 ml.

#### **2.2.3.2.2.1. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES (PT)**

➤ **Reactivo:** kit de proteína total líquido, método punto final, Laboratorio FAR DIAGNOSTICS.

➤ **Principio:** En un medio alcalino, las proteínas y péptidos forman un complejo azul-violeta con iones cúpricos. La intensidad de color es proporcional a la concentración de proteína en la muestra.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 meses de 2 – 8 °C.

#### ➤ **Procedimiento**

Método:.....Punto final decreciente

Longitud de onda:.....550 nm (540-570)

Cubeta:.....1 cm. de vía óptica

Temperatura:.....37 °C

Tiempo promedio:.....5 minutos

Medición:.....Contra reactivo blanco

Unidad de medida:.....g/dl

Parámetro normal.....5.0 -7.9 g/dl

Muestra/Reactivos:.....1/100

- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 10 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 5 minutos.
- Se realizó la lectura y la toma de datos.

#### **2.2.3.2.2. DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ÚRICO (AU)**

➤ **Reactivo:** kit de Ácido úrico líquido, método trinder-punto final, Laboratorio FAR DIAGNOSTICS.

➤ **Principio:** La uricasa transforma el ácido úrico en alantoína, con la formación de peróxido de hidrógeno, lo cual ante la presencia de peroxidasa (POD) reacciona con etil-sulfopropil-toluidina (ESPT) y 4-aminofenazona, para producir un complejo coloreado cuya intensidad de color es directamente proporcional a la concentración del ácido úrico en la muestra.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 meses de 2 – 8 °C.

#### ➤ **Procedimiento**

Método:.....Punto final en crecimiento

Longitud de onda:.....550 nm (540-560)

Cúbeta:.....1 cm. de vía óptica

Temperatura:.....37 °C

Tiempo promedio:.....5 minutos

Medición:.....Contra reactivo blanco

Unidad de medida:.....mg/dl

Parámetro normal.....1.5 - 3.0 mg/dl

Muestra/Reactivos 1/ Reactivo 2:.....1/40

- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 25 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 5 minutos.
- Se realizó la lectura y la toma de datos.

#### **2.2.3.2.2.3. DETERMINACIÓN DE CREATINA QUINASA (CK-MB)**

➤ **Reactivo:** kit para la determinación de la actividad de la isoenzima MB de la creatín quinasa (activada por N-acetil Cisteína), método cinético, Laboratorio VALTEK DIAGNOSTICS.

➤ **Principio:** El método valtek se basa en la medición de la actividad de la CK en presencia de un anticuerpo dirigido contra el monómero m. Este anticuerpo inhibe totalmente la isoenzima CK-MM, y la mitad de la actividad de la forma creatina quinasa-MB, sin afectar la actividad del monemro B de las isoenzimas MB y BB. Dado que la isoenzima CK-MB no se encuentra normalmente en la sangre, la determinación de la actividad del monómero B es prácticamente específica para la forma MB.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 semanas de 2 – 8 °C.

➤ **Procedimiento**

Método:.....Decrecimiento cinético

Longitud de onda:.....340 nm (334-365)

Cubeta:.....1 cm. de vía óptica

Temperatura:.....37 °C

Tiempo promedio:.....5 minutos

Medición:.....Contra aire o agua destilada

Unidad de medida:.....U/L

Parámetro normal.....30-100 U/L

Muestra/Reactivos:.....1/20

- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 50 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 5 minutos.
- Se realizó la lectura y toma de datos.

#### **2.2.3.2.2.4. DETERMINACIÓN DE ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT)**

➤ **Reactivo:** kit de AST/TGO líquido, método cinético UV-IFCC, Laboratorio FAR DIAGNÓSTICŒ.

➤ **Principio:** Ante la presencia del  $\alpha$ -ketoglutarato, AST/GOT en la muestra transforma el aspartato en oxalacetato y glutamato. Ante la presencia de NADH y el malato deshidrogenada, el oxalacetato se convierte en malato y NAD. La oxidación NADH en unidad de tiempo a 340 nm es proporcional a la concentración AST/GTO en la muestra.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 meses de 2 – 8 °C.

➤ **Procedimiento**

Método:.....Decrecimiento cinético  
Longitud de onda:.....340 nm (334-365)  
Cubeta:.....1 cm. de vía óptica  
Temperatura:.....37 °C  
Tiempo promedio:.....3 minutos  
Medición:.....Contra aire o agua destilada  
Unidad de medida:.....U/L  
Parámetro normal.....60-300 U/L  
Muestra/Reactivos (bi-reactivo).....1/10/1  
Muestra/Reactivos (mono-reactivo).....1/10

➤ **Procedimiento Bi-reactivo**



- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 100 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 1 minuto.
- Se adicionó 100 µl de reactivo 2.
- Se mezcló e incubó a 37°C por 1 minuto.
- Se realizó la lectura y toma de datos.

#### **2.2.3.2.2.5. DETERMINACIÓN DE LACTATO DESHIDROGENASA (LDH)**

➤ **Reactivo:** kit de lactato deshidrogenasa líquido, método cinético UV, Laboratorio FAR DIAGNOSTICS.

➤ **Principio:** Ante la presencia NADH, el lactato deshidrogenasa transforma el piruvato en actato y NAD<sup>+</sup>. La oxidación del NADH en la unidad de tiempo, medida a 340 nm, es proporcional a la concentración de lactato deshidrogenasa en la muestra.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 meses de 2 – 8 °C.

➤ **Procedimiento**

Método:.....Decrecimiento cinético

Longitud de onda:.....340 nm (334-365)

Cubeta:.....1 cm. de vía óptica  
Temperatura:.....37 °C  
Tiempo promedio:.....3 minutos  
Medición:.....Contra aire o agua destilada  
Unidad de medida:.....U/L  
Parámetro normal.....150-400 U/L  
Muestra/Reactivos 1/ Reactivo 2:.....1/50/5

➤ **Procedimiento Bi-Reactivo**

- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 20 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 1 minuto.
- Se adicionó 100 µl de reactivo 2.
- Se mezcló e incubó a 37°C por 1 minuto.
- Se realizó la lectura y la toma de datos.

**2.2.3.2.2.6. DETERMINACIÓN DE FOSFATASA ALCALINA (FAS)**

➤ **Reactivo:** kit de fosfatasa alcalina líquida, método cinético – S.C.É, Laboratorio FAR DIAGNOSTICS.

➤ **Principio:** La fosfatasa alcalina hidroliza el p-nitrofenilfosfato en fosfato y p-nitrofenol, la variación de absorbancia en unidad de tiempo medida a 405 nm es proporcional a la actividad enzimática en la muestra.

➤ **Estabilidad:** Los reactivos están listos para el uso. Almacenar de 2-8 °C y protegerlo de la luz para conservar la estabilidad de los reactivos hasta la fecha de expiración indicada en el rotulo. No congelar. Una vez abiertos los reactivos son estables por 2 meses de 2 – 8 °C.

➤ **Procedimiento**

Método:.....Incremento cinético

Longitud de onda:.....405 nm

Cubeta:.....1 cm. de vía óptica

Temperatura:.....37 °C

Tiempo promedio:.....3 minutos

Medición:.....Contra aire o agua destilada

Unidad de medida:.....U/L

Parámetro normal.....50-250 U/L

Muestra/Reactivos (bi-reactivo):.....1/100/25

➤ **Procedimiento Bi-Reactivo**

- El reactivo elegido necesario para la prueba debe alcanzar la temperatura elegida para el análisis.
- Se pipeteó en la cubeta 1 ml de reactivo 1 y 10 µl de muestra de suero.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 1 minuto.
- Se adicionó 250 µl de reactivo 2.
- Se mezcló e incubó a 37 °C por 1 minuto.
- Se realizó la lectura y la toma de datos.

## 2.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño experimental; Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es una observación del i-ésimo tratamiento en j-ésima repetición.

$\mu$  = Es la media.

$\tau_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Es el efecto del error experimental en la observación i-ésimo tratamiento en j-ésima repetición.

### 2.2.4.1. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de hemograma y bioquímica sanguínea antes de tratamiento, antes de ejercicio y después de ejercicio para los tratamientos con maca, vitamina E más Selenio y los testigos; fueron analizados usando el programas estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2000) para la prueba de Análisis de Varianza. Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Tukey.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

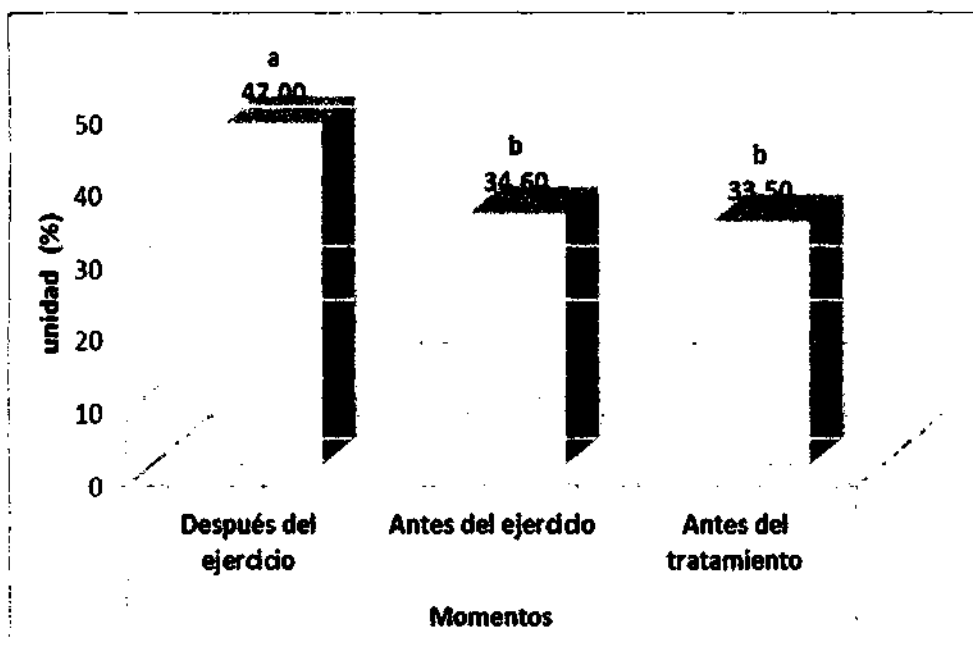
**3.1. HEMOGRAMAS:** Se realizó los hemogramas de los diferentes grupos tanto el grupo de testigos (T1), grupo de tratamiento con maca (T2) y grupo de tratamiento con Vit. E más Se (T3) y se procedió a comparar los resultados entre los tres tratamientos realizando la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**3.1.1. HEMOGRAMAS DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el hemograma completo para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T1.**

		HEMATOCRITO	HEMOGLOBINA	LEUCOCITOS	NEUTRÓFILOS	LINFOCITOS	MONOCITOS	EOSINOFILOS	PLAQUETAS
Fuentes de Variación	GI	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
Tratamientos	2	562.033**	66.44**	1807000.00 ns	4.43 ns	3.433 ns	2.500 ns	2.800 ns	1289633333*
Error	27	12.552	1.29	569592.59	18.29	25.400	1.341	2.133	203396296
Total	29								

El cuadro 3.1 de los cuadrados medios muestra que en los hemogramas del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa en los datos de hematocrito, hemoglobina y plaquetas, que no hay diferencia significativa para el caso de leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos. Para las variables que salieron significativas o altamente significativas se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.1. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T1.**

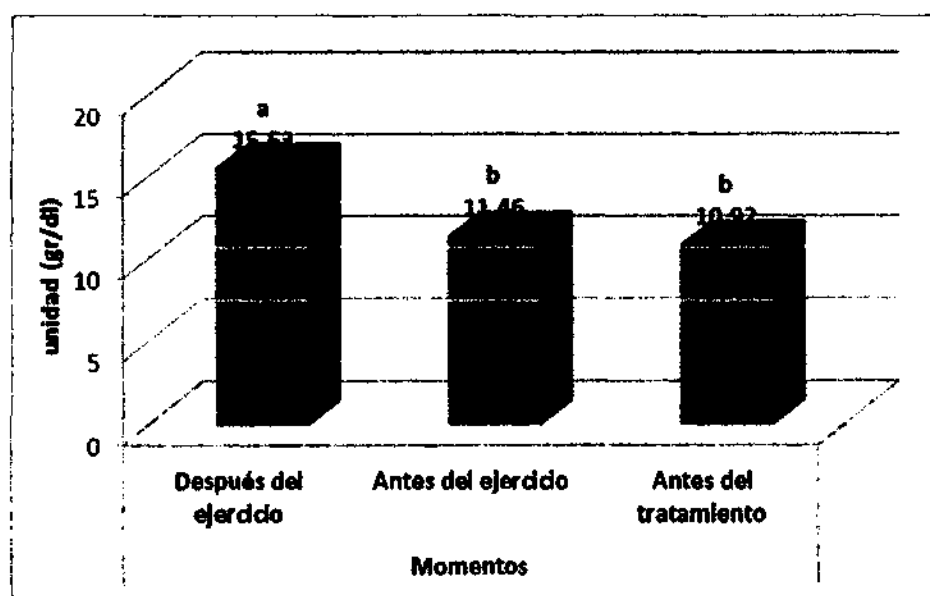
En el gráfico 3.1 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 47% de hematocrito supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento (en este caso a los testigos no se les realiza tratamiento pero se le toma la muestra sanguínea una semana antes para comparar con los otros tratamientos) con 34.6% y 33.5% de hematocrito respectivamente.

Las variaciones de hematocrito pueden deberse a las exigencias del organismo para compensar las necesidades de energía y disponibilidad de oxígeno, presentándose una hemoconcentración, las variaciones de un hematocrito en reposo pueden tener grandes consecuencias en términos de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno.

Muchos autores coinciden en que el aumento de la masa eritrocitaria en la sangre se da por la contracción esplénica, debido a la respuesta propia del organismo frente al estrés fisiológico o para este caso el estrés producido por el ejercicio.

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos presentados por Messer (1995), citado por salgado (2009) quien en su reporte de clínica patológica muestra rangos variando de 32% a 52% de hematocrito. Y los resultados de salgado (2009) fueron de 37.69% de hematocrito en reposo y 48.69% de hematocrito después del ejercicio. Gómez (2009) reporta 35.74% de hematocrito en reposo y 47.8% de hematocrito después del ejercicio.

Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.



**Gráfico 3.2. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del**

**T1.**



En el gráfico 3.2 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 15.63 gr/dl de hemoglobina, supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 11.46 gr/dl y 10.92 gr/dl de hemoglobina respectivamente.

Este aumento de los valores de hemoglobina responde básicamente a los mismos factores que el hematocrito donde la estimulación simpática del ejercicio mediante un mecanismo adrenérgico produce una contracción de la musculatura lisa esplénica, vaciando a la circulación general mayor número de glóbulos rojos y por ende de hemoglobina.

Los valores presentados en esta investigación son similares a los que presenta Gómez (2009) quien reporta valores de 10.8 gr/dl de hemoglobina en reposo y 14.5 gr/dl de hemoglobina después del ejercicio.

Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.

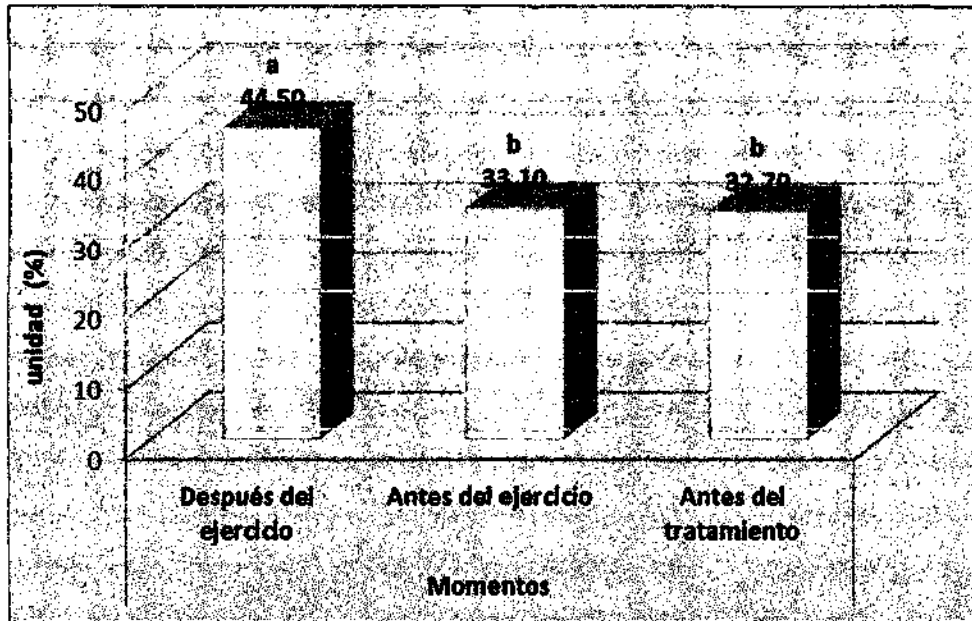
### **3.1.2. HEMOGRAMAS DEL GRUPO CON TRATAMIENTO CON MACA.**

Se realizó el hemograma completo para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T2.**

		HEMATOCRITO	HEMOGLOBINA	LEUCOCITOS	NEUTRÓFILOS	LINFOCITOS	MONOCITOS	EOSINOFILOS	PLAQUETAS
Fuentes de Variación	Gl	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
Tratamientos	2	448.933**	43.09**	2412333.33ns	17.43 ns	28.233 ns	0.033 ns	3.600 ns	1972033333*
Error	27	6.352	0.80	1144175.93	30.76	35.711	1.326	2.500	401070370
Total	29								

El cuadro 3.2 de los cuadrados medios muestra que en los hemogramas del T2 (maca); hay una diferencia altamente significativa en los datos de hematocrito, hemoglobina y plaquetas, que no hay diferencia significativa para el caso de leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos y eosinófilos. Para las variables que salieron significativas o altamente significativas se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.

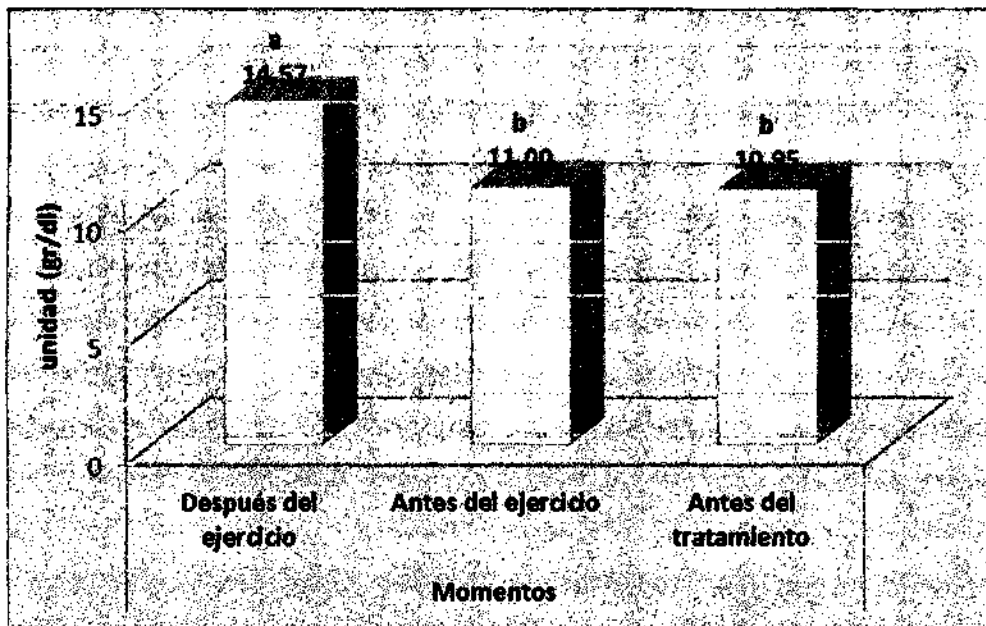


**Gráfico 3.3. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.3 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 44.5% de hematocrito, supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 33.1% y 32.7% de hematocrito respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 33.50% y 34.60% de hematocrito respectivamente, y 47% de hematocrito después del ejercicio.

Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.



**Gráfico 3.4. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.4 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 14.57 gr/dl de hemoglobina, supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 11 gr/dl y 10.95 gr/dl de hemoglobina respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al grupo de testigos que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 10.92 gr/dl y 11.46 gr/dl de hemoglobina respectivamente y 15.63 gr/dl de hemoglobina después del ejercicio.

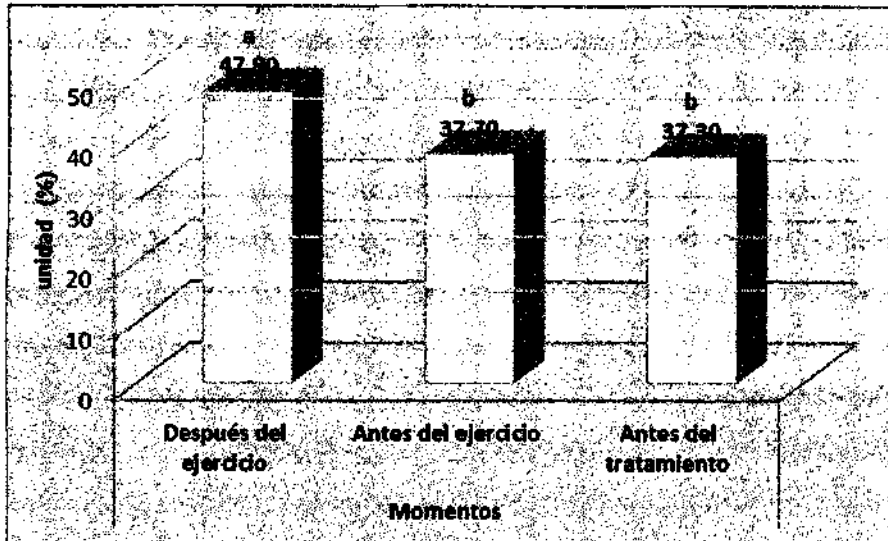
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.1.3. HEMOGRAMAS DEL GRUPO CON TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SELENIO.** Se realizó el hemograma completo para el T3 y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey p(0.05).

**Cuadro 3.3. Cuadrados medios del análisis de varianza de hemogramas del T3.**

		HEMATOCRITO	HEMOGLOBINA	LEUCOCITOS	NEUTRÓFILOS	LINFOCITOS	MONOCITOS	EOSINOFILOS	PLAQUETAS
Fuentes de Variación	Gl	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
Tratamientos	2	360.933**	41.44**	4485333.33*	67.73 ns	25.900 ns	0.133 ns	39.900*	1311700000*
Error	27	14.781	1.57	765481.48	38.68	40.389	0.930	2.719	390762963
Total	29								

El cuadro 3.3 muestra que en los hemogramas del T3, hay una diferencia significativa en los datos de hematocrito, hemoglobina, eosinófilos y plaquetas, que no hay diferencia significativa para el caso de leucocitos, neutrófilos, linfocitos y monocitos. Para las variables que salieron significativas o altamente significativas se realiza consecuentemente la prueba de Tukey p(0.05) para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.

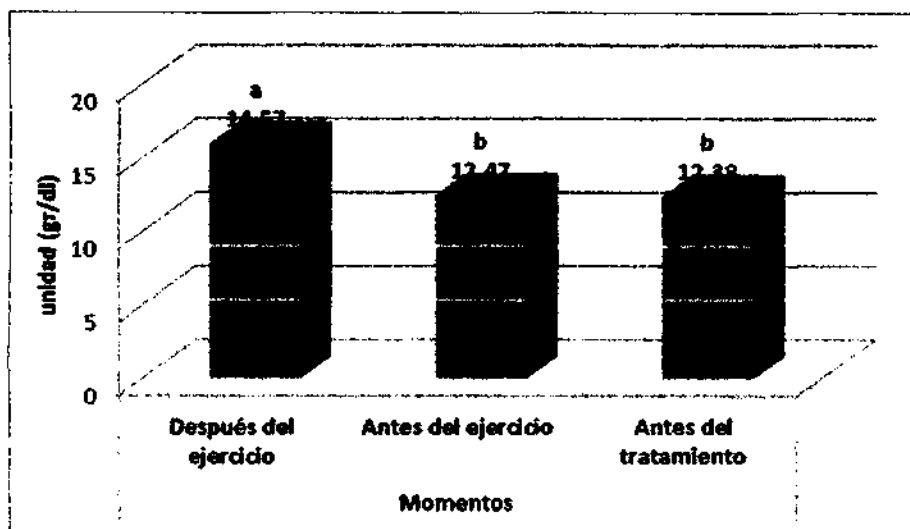


**Gráfico 3.5. Prueba de Tukey de hematocrito de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.5 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 47.9% de hematocrito, supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 37.7% y 37.3% de hematocrito respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 33.50% y 34.60% de hematocrito respectivamente, y 47% de hematocrito después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 32.7% y 33.1% de hematocrito respectivamente, y 44.5% de hematocrito después del ejercicio. Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

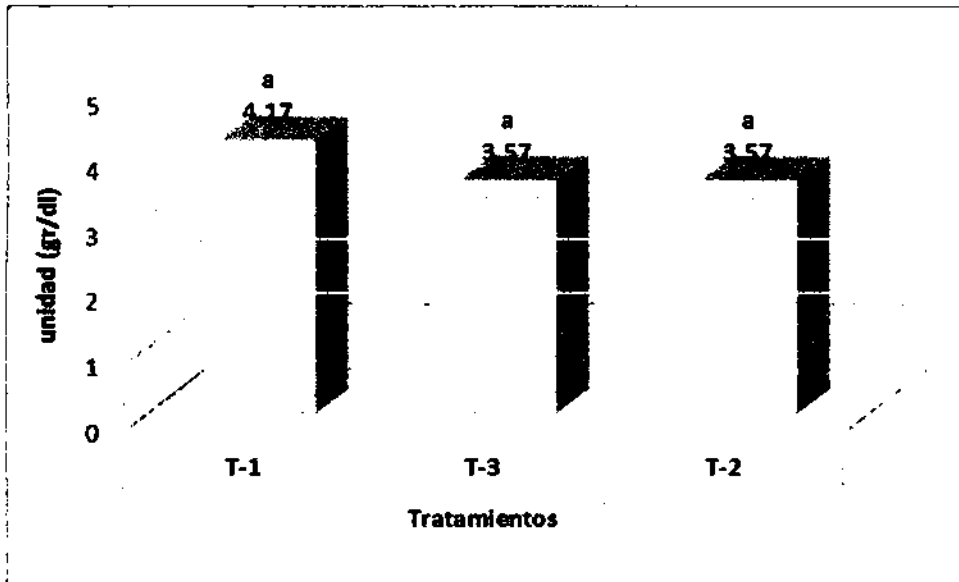


**Gráfico 3.6. Prueba de Tukey de hemoglobina de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.6 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 14.57 gr/dl de hemoglobina, supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 12.47 gr/dl y 12.38 gr/dl de hemoglobina respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 10.92 gr/dl y 11.46 gr/dl de hemoglobina respectivamente, y 15.63 gr/dl de hemoglobina, después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 10.95 gr/dl y 11 gr/dl de hemoglobina respectivamente, y 14.57 gr/dl de hemoglobina después del ejercicio. Pero en todos los grupos se observa que existe diferencia altamente



**Gráfico 3.8. Prueba de Tukey de hemoglobina entre tratamientos.**

El gráfico 3.8 muestra la prueba de Tukey  $p(0.05)$  en el que no existe diferencia estadísticamente significativa para los tres grupos, en el cual el T1 (testigos) con 4.17 gr/dl, el T2 (maca) y T3 (Vitamina E más Se) con 3.57 gr/dl de hemoglobina, son estadísticamente iguales.

**3.2. BIOQUÍMICA SANGUINEA:** Se analizaron y compararon los datos de proteínas totales (PT), ácido úrico (AU), creatina quinasa-MB (CK-MB), aspartato aminotransferasa (AST), lactato deshidrogenasa (LDH) y fosfatasa alcalina (FAS).

**3.2.1. PROTEÍNAS TOTALES (PT):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

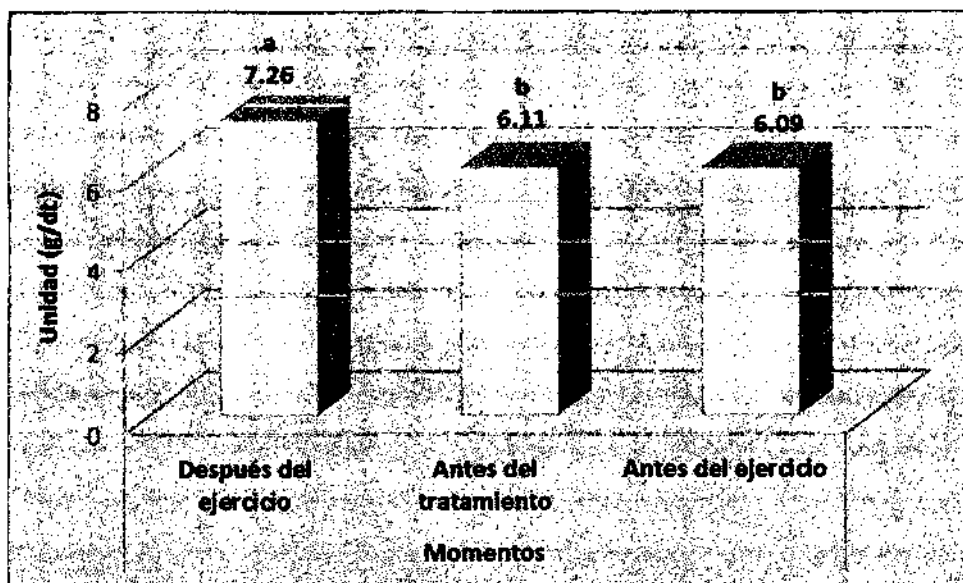


**3.2.1.1. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.5. Análisis de varianza de proteínas totales del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	8.96	4.48	12.46	**
Error	27	9.71	0.36		
Total	29	18.67			

El cuadro 3.5 muestra que en los valores de proteínas totales del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.9. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T1.**

En el gráfico 3.9 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 7.26 g/dl de proteínas totales supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 6.09 g/dl y 6.11 g/dl de proteínas totales respectivamente.

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos presentados por Gómez (2009) quien reporta 6.16 g/dl de proteínas totales en reposo y 7.09 g/dl de proteínas totales después del ejercicio.

Muñoz *et al.*, (2010) citado por Trigo *et al.*, (2011) reporta 6.56 g/dl de proteínas totales en reposo y 7,72 g/dl de proteínas totales después del ejercicio.

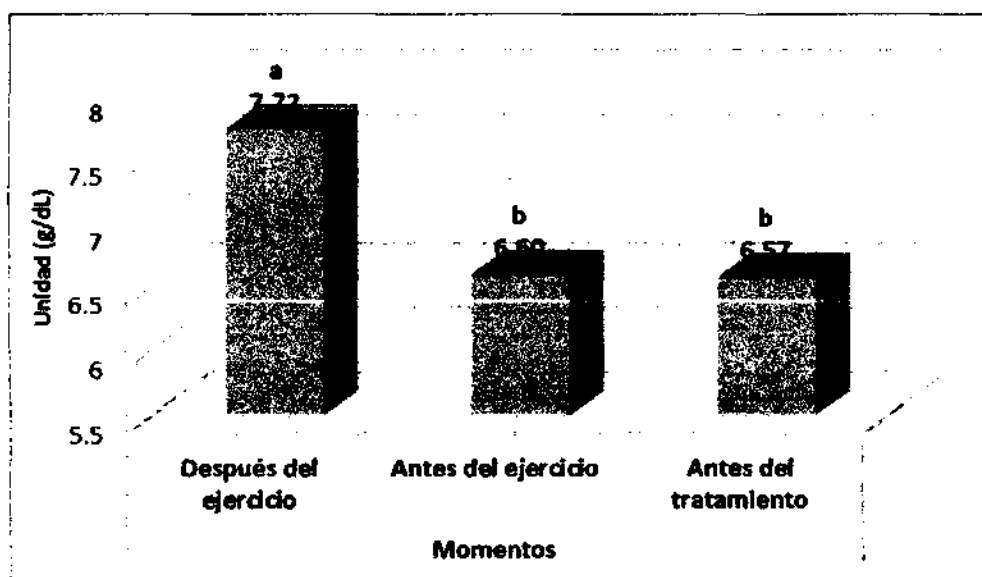
Estos datos presentados por diferentes autores son similares a los presentados en la presente investigación posiblemente porque la hemoconcentración que se presenta después del ejercicio hace que se incremente los valores de proteínas totales presentes en el suero sanguíneo.

**3.2.1.2. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.** Se realizó el análisis bioquímico para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.6. Análisis de varianza de proteínas totales del T2.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	8.65	4.32	18.78	**
Error	27	6.22	0.23		
Total	29	14.86			

El cuadro 3.6 muestra que en los valores de proteínas totales del T2 (maca) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.10. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.10 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 7.72 g/dl de proteínas totales supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y

antes del tratamiento con 6.60 g/dl y 6.57 g/dl de proteínas totales respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 6.11 g/dl y 6.09 g/dl de proteínas totales respectivamente, y 7.26 g/dl de proteínas totales después del ejercicio.

Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

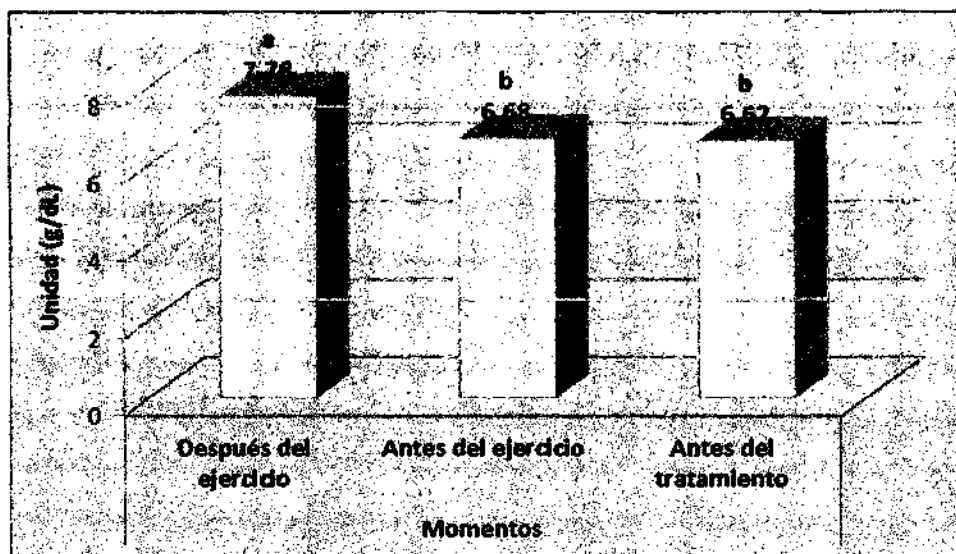
**3.2.1.3. PROTEÍNAS TOTALES DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.7. Análisis de varianza de proteínas totales del T3.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	8.46	4.23	28.92	**
Error	27	3.95	0.15		
Total	29	12.41			

El cuadro 3.7 muestra que en los valores de proteínas totales del T3 (vitamina E más Se) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza

consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.11. Prueba de Tukey de proteínas totales de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.11 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 7.78 g/dl de proteínas totales supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 6.68 g/dl y 6.62 g/dl de proteínas totales respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 6.11 g/dl y 6.09 g/dl de proteínas totales respectivamente, y 7.26 g/dl de proteínas totales después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 6.57 g/dl y 6.60 g/dl de proteínas totales respectivamente, y 7.72 g/dl de proteínas totales después del ejercicio.

Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

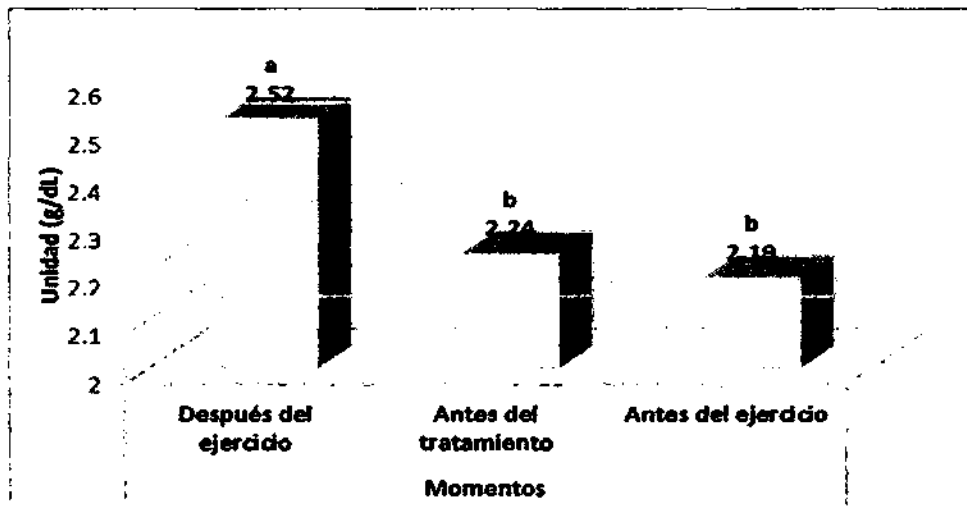
**3.2.2. ÁCIDO ÚRICO (AU):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

**3.2.2.1. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey p(0.05).

**Cuadro 3.8. Análisis de varianza de ácido úrico del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	0.637	0.318	11.284	**
Error	27	0.762	0.028		
Total	29	1.398			

El cuadro 3.8 muestra que en los valores de ácido úrico del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey p(0.05) para identificar cuál de los momentos es superior o inferior .



**Gráfico 3.12. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T1.**

En el gráfico 3.12 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 2.52 g/dl de ácido úrico supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 2.24 g/dl y 2.19 g/dl de ácido úrico respectivamente.

Los valores obtenidos están en los rangos normales establecidos por Milne (1982) de 1.0 gr/dl de ácido úrico reposo y 4.0 g/dl de ácido úrico después del ejercicio.

Castejón (2006) reporta 1.68 g/dl de ácido úrico en reposo y 2.59 g/dl de ácido úrico después del ejercicio.

Los resultados son similares a los presentados en la presente investigación posiblemente porque en los ejercicios de resistencia las concentraciones de ácido úrico se elevan, debido a la salida desde el musculo, por la degradación completa de los nucleótidos de purina. Aunque el metabolismo es predominantemente aerobio existe una

pequeña cantidad de energía producida a través del metabolismo anaerobio con firmado por la elevación de ácido úrico (Essén *et al.*, 1999).

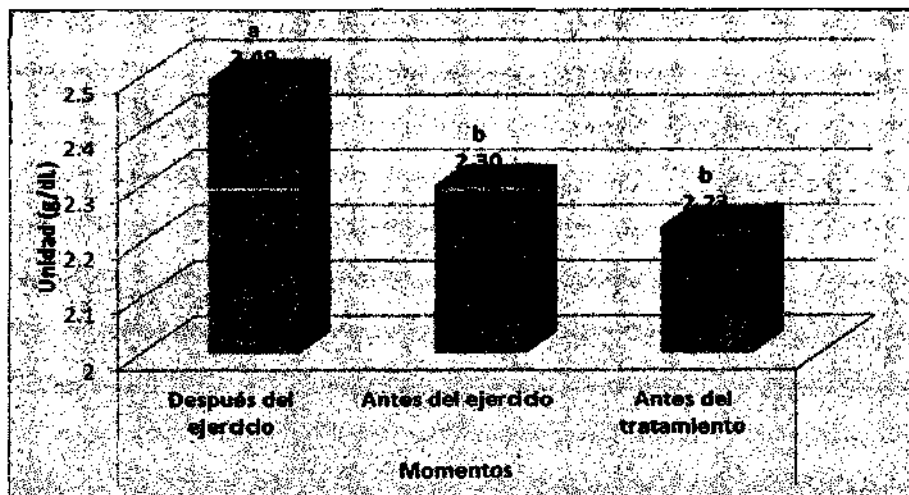
### 3.2.2.2. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.

Se realizó el análisis bioquímico para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.9. Análisis de varianza de ácido úrico del T2.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	0.377	0.188	6.540	*
Error	27	0.778	0.029		
Total	29	1.154			

El cuadro 3.9 muestra que en los valores de ácido úrico del T2 (maca) hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.13. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T2.**



En el gráfico 3.13 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 2.49 g/dl de ácido úrico supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 2.19 g/dl y 2.24 g/dl de ácido úrico respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 2.24 g/dl y 2.19 g/dl de ácido úrico respectivamente, y 2.52 g/dl de ácido úrico después del ejercicio.

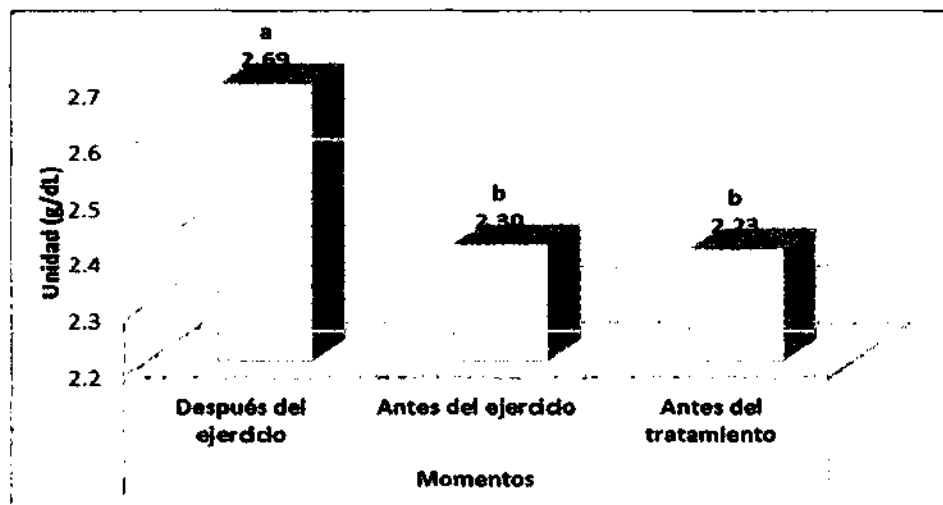
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.2.3. ÁCIDO ÚRICO DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.10. Análisis de varianza de ácido úrico del T3.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	0.560	0.280	11.332	**
Error	27	0.667	0.025		
Total	29	1.227			

El cuadro 3.10 muestra que en los valores de ácido úrico del T3 (vitamina E más Se) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.14. Prueba de Tukey de ácido úrico de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.14 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 2.69 g/dl de ácido úrico supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 2.30 gr/dl y 2.23 g/dl de ácido úrico respectivamente.

La diferencia es mayor con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 2.24 gr/dl y 2.19 gr/dl de ácido úrico respectivamente, y 2.52 g/dl de ácido úrico después del ejercicio.

También las diferencias son mayores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 2.23 gr/dl y 2.30 gr/dl de ácido úrico respectivamente, y 2.49 g/dl de ácido úrico después del ejercicio.

Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.3. CREATINA QUINASA - MB (CK-MB):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

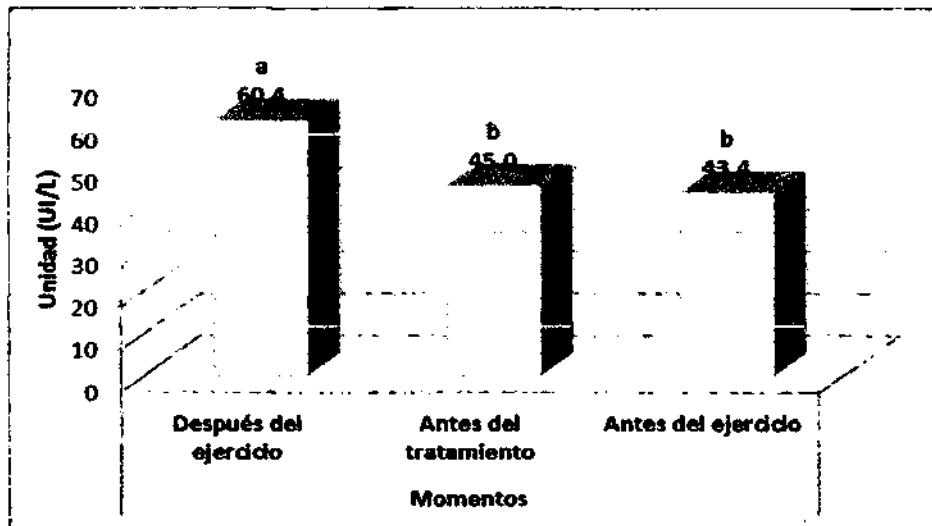
**3.2.3.1. CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey p(0.05).

**Cuadro 3.11. Análisis de varianza de CK-MB del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	1771.45	885.73	14.51	**
Error	27	1647.82	61.03		
Total	29	3419.27			

El cuadro 3.11 muestra que en los valores de creatina quinasa-MB del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza

consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.15. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T1.**

En el gráfico 3.15 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 60.4 UI/L de creatina quinasa-MB supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 45.0 UI/L y 43.4 UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente.

Las tasas plasmáticas son muy sensibles al daño muscular, así que un daño muscular débil es suficiente para producir un alza en la concentración plasmática de esta enzima, Los incrementos en la actividad sérica de creatina quinasa se deberían a cambios en la permeabilidad celular y no a un daño en la misma, siendo consecuencia de la hipoxia celular generada por el trabajo muscular anaeróbico (Milne, 1982). Es así como en caballos de carreras se ha observado una disminución de creatina quinasa alrededor del cuarto mes de entrenamiento, ello puede

ser debido a las mayores exigencias físicas que involucra el entrenamiento para competencias de velocidad, el cual es más intenso que el de los caballos de salto (Harris *et al.*, 1998). En consecuencia, la determinación de creatina quinasa puede ser valiosa como indicador para determinar el estado de aptitud física en caballos, como también para evaluar programas de entrenamiento.

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos presentados por Gómez (2009) quien reporta 88 UI/L de creatina quinasa-MB en reposo y 138 UI/L de creatina quinasa-MB después del ejercicio.

Los valores usuales de creatina quinasa varían entre 50 y 200 UI/L, hay variaciones en estos valores normales atribuidos a la edad, sexo y actividad física (Cardinet, 1989).

Los valores también son similares a los presentados por Muñoz *et al.* (2010) quien reporta 81.5 UI/L de creatina quinasa-MB en reposo y 119.7 UI/L de creatina quinasa-MB.

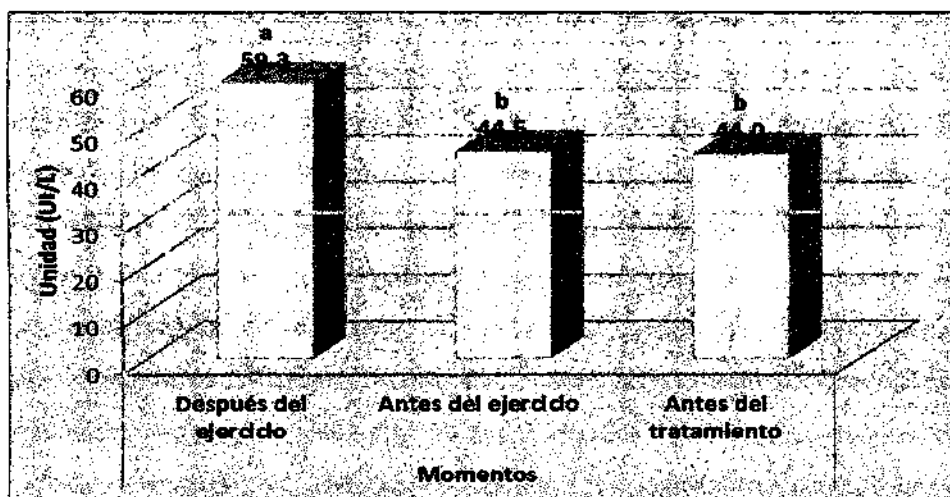
Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.

**3.2.3.2. CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.** Se realizó el análisis bioquímico para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.12. Análisis de varianza de CREATINA QUINASA-MB del grupo de tratamiento con maca.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	1509.64	754.82	8.27	*
Error	27	2464.03	91.26		
Total	29	3973.67			

El cuadro 3.12 muestra que en los valores de creatina quinasa-MB del T2 (maca) hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.16. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.16 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 59.3 UI/L de creatina quinasa-MB supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del ejercicio y antes del tratamiento con 44.5 UI/L y 44 UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 45.0 UI/L y 43.4 UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente, y 60.4 UI/L de creatina quinasa-MB después del ejercicio.

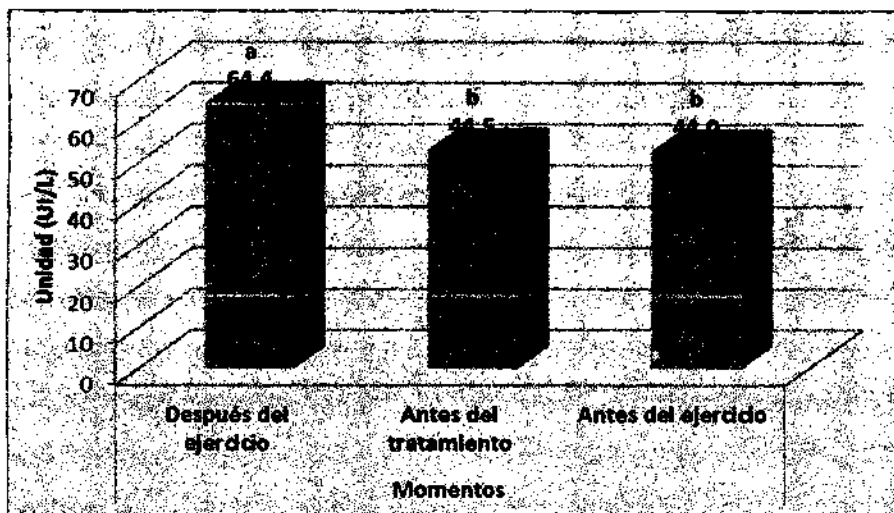
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.3.3. CREATINA QUINASA - MB DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey p(0.05).

**Cuadro 3.13. Análisis de varianza de CK-MB del T3.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	870.66	435.33	7.62	*
Error	27	1541.68	57.10		
Total	29	2412.34			

El cuadro 3.13 muestra que en los valores de creatina quinasa-MB del T3 (vitamina E más Se) hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey p(0.05) para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.17. Prueba de Tukey de CK-MB de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.17 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 64.4 UI/L de creatina quinasa-MB supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 44.5 UI/L y 44. UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente.

La diferencia es mayor con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 45.0 UI/L y 43.4 UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente, y 59.3 UI/L de creatina quinasa-MB después del ejercicio.

También las diferencias son mayores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 44.0 UI/L y 44.5 UI/L de creatina quinasa-MB respectivamente, y 59.3 UI/L de creatina quinasa-MB después del ejercicio.



Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

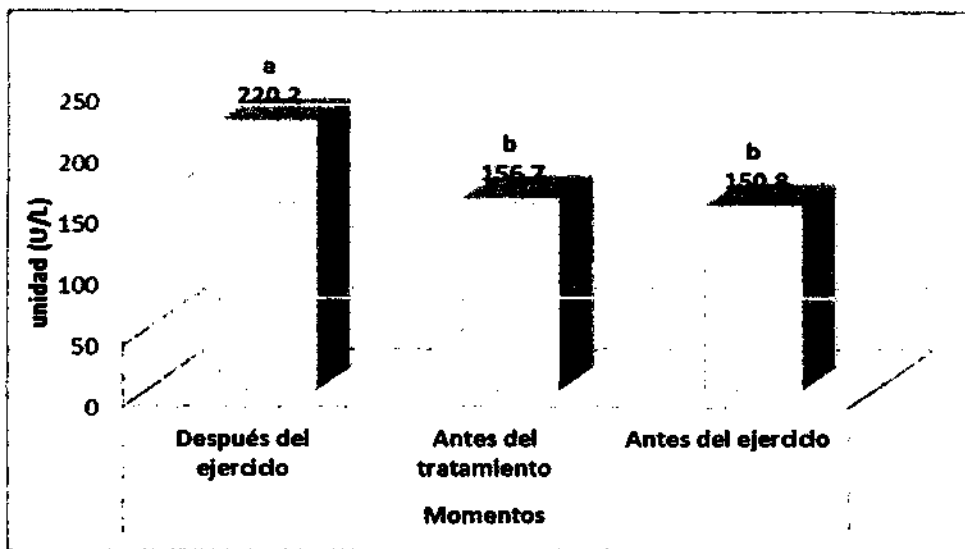
**3.2.4. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST/GOT):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

**3.2.4.1. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.14. Análisis de varianza de AST del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	29580.15	14790.07	10.94	**
Error	27	36508.93	1352.18		
Total	29	66089.08			

El cuadro 3.14 muestra que en los valores de aspartato aminotransferasa del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.18. Prueba de Tukey de AST de los momentos T1.**

En el gráfico 3.18 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 220 U/L de aspartato aminotransferasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 156.7 u/l y 150.8 u/l de aspartato aminotransferasa respectivamente.

Los cambios observados se pueden atribuir a la hemoconcentración causada por disminución del volumen plasmático, o bien puede ser atribuido a la liberación de esta enzima desde otros tejidos, debida a su carencia de especificidad de órgano. El aumento de aspartato aminotransferasa, por tratarse de una enzima mitocondrial y citosólica, es más tardío que el aumento de creatina quinasa, ya que su salida hacia la circulación generalmente requiere de la presencia de daño celular.

La adaptación al ejercicio se puede medir de acuerdo al daño muscular que sufren los caballos después de realizar un ejercicio determinado. De tal forma, que los valores enzimáticos alcanzados por aspartato

aminotransferasa (AST) en estos caballos se encontró dentro de los rangos de referencia establecidos para la especie (< 320 U/L) (Wittwer *et al.*, 1968).

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos presentados por Gómez (2009) quien reporta 233 U/L en reposo y 309 U/L después del ejercicio. Así mismo los valores presentados por Muñoz *et al.* (2010) quien reporta 163,6 U/L en reposo y 218.9 U/L después del ejercicio.

Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.

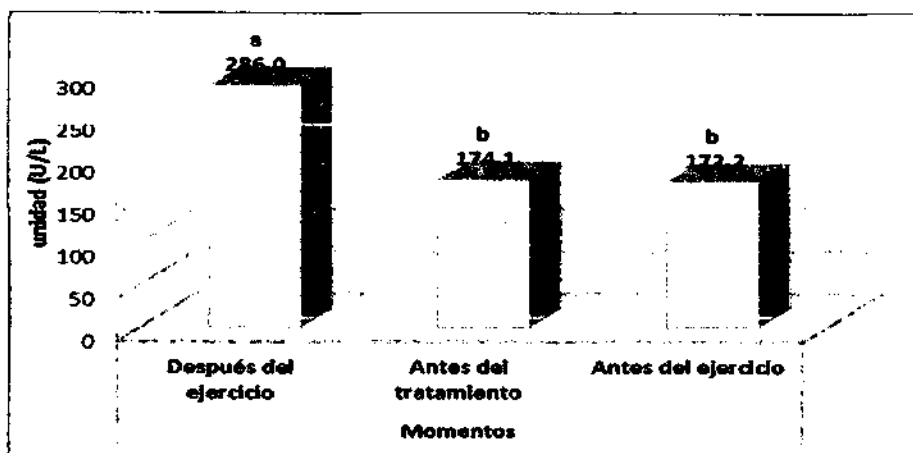
**3.2.4.2. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.** Se realizó el análisis bioquímico para el grupo de tratamiento con maca y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.15. Análisis de varianza de AST del T2.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	84957.23	42478.61	59.11	**
Error	27	19403.82	718.66		
Total	29	104361.05			

El cuadro 3.15 muestra que en los valores de aspartato aminotransferasa del T2 (maca) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza

consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.19. Prueba de Tukey de AST de los momentos T2.**

En el gráfico 3.19 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 286 U/L de aspartato aminotransferasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 174.1 u/l y 172.2 u/l de aspartato aminotransferasa respectivamente.

Las diferencias son mayores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 156.7 U/L y 150.8 U/L de aspartato aminotransferasa respectivamente, y 220.2 u/l de aspartato aminotransferasa después del ejercicio.

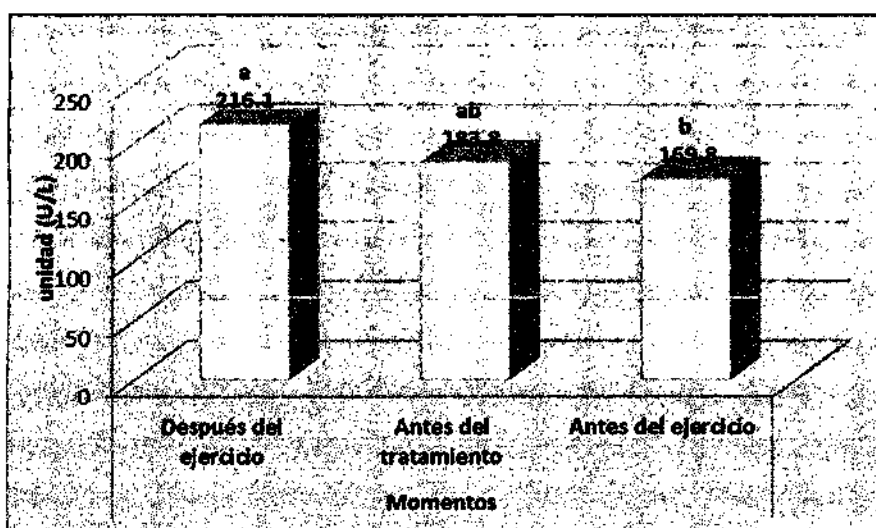
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.4.3. ASPARTATO AMINOTRANSFERASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.16. Análisis de varianza de AST del T3.**

Fuentes de Variación	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	11254.43	5627.21	6.56	*
Error	27	23171.09	858.19		
Total	29	34425.52			

El cuadro 3.16 muestra que en los valores de aspartato aminotransferasa del T3 (vitamina E más Se) hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.20. Prueba de Tukey de AST de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.20 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 216.1 U/L de aspartato aminotransferasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 183.8 u/l y 169.8 u/l de aspartato aminotransferasa respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 156.7 U/L y 150.8 U/L de aspartato aminotransferasa respectivamente, y 220.2 u/l de aspartato aminotransferasa después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 174.1 U/L y 172.2 U/L de aspartato aminotransferasa respectivamente, y 286.0 u/l de aspartato aminotransferasa después del ejercicio.

Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.5. LACTATO DESHIDROGENASA (LDH):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

**3.2.5.1. LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TESTIGOS.**

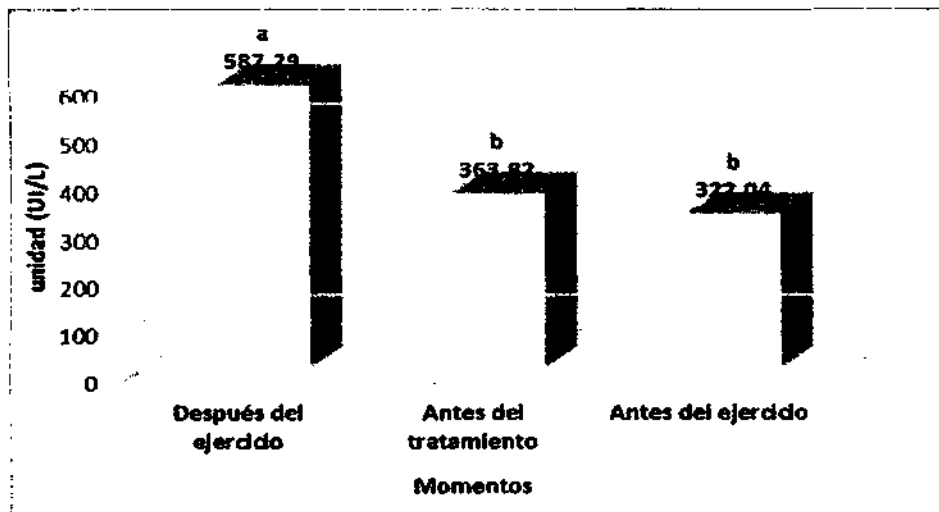
Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los

datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.17. Análisis de varianza de LDH del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	351429.889	175714.945	75.906	**
Error	27	62502.174	2314.895		
Total	29	413932.063			

El cuadro 3.17 muestra que en los valores de lactato deshidrogenasa del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.21. Prueba de Tukey de LDH de los momentos T1.**

En el gráfico 3.21 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 587.29 UI/L de lactato deshidrogenasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del

tratamiento y antes del ejercicio con 363.82 UI/L y 322.04 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente.

La evolución de las actividades CK, aspartato aminotransferasa y lactato deshidrogenasa en plasma en caballos de raid se ha vinculado con el metabolismo oxidativo y el aumento de permeabilidad de las membranas celulares, se encontraron que la producción de radicales libres de oxígeno durante un ejercicio de resistencia supera los mecanismos de neutralización. Igualmente, se halló una correlación positiva entre CK, aspartato aminotransferasa e indicadores de estrés oxidativo, como vitamina C, glutatión eritrocitario y glutatión peroxidasa eritrocitaria (Hargreaves *et al.*, 2002).

A pesar de que las actividades plasmáticas/séricas de las enzimas CK, aspartato aminotransferasa y lactato deshidrogenasa se modifican en respuesta al ejercicio y el entrenamiento, se utilizan de forma rutinaria para el diagnóstico y control de la progresión de las patologías musculares en diversas especies (Trigo *et al.*, 2011).

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos presentados por Guerrero (2008) quien reporta 336.33 UI/L de lactato deshidrogenasa en reposo y 566.02 UI/L de lactato deshidrogenasa después del ejercicio. Así mismo los valores que reporta Muñoz *et al.* (2010) 413,7 UI/L de lactato deshidrogenasa en reposo y 651.3 UI/L de lactato deshidrogenasa después del ejercicio.

Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.

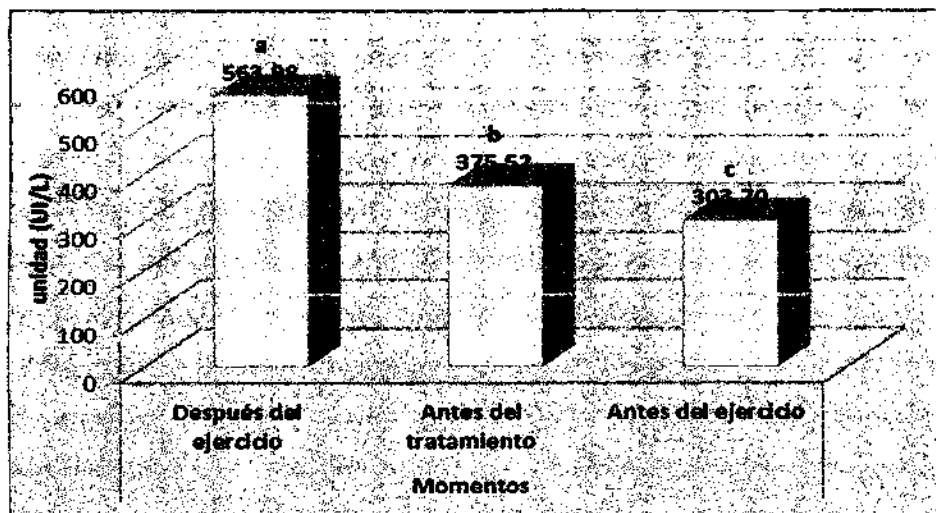


**3.2.5.2. LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.** Se realizó el análisis bioquímico para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.18. Análisis de varianza de LDH del T2.**

Fuentes de Variación	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	361387.486	180693.743	63.999	**
Error	27	76231.194	2823.378		
Total	29	437618.680			

El cuadro 3.18 muestra que en los valores de lactato deshidrogenasa del T2 (maca) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.22. Prueba de Tukey de LDH de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.22 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 563.98 UI/L de lactato deshidrogenasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 375.52 UI/L y 303.7 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente.

Las diferencias son mayores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 363.82 UI/L y 352.03 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente, y 587.29 UI/L de lactato deshidrogenasa después del ejercicio.

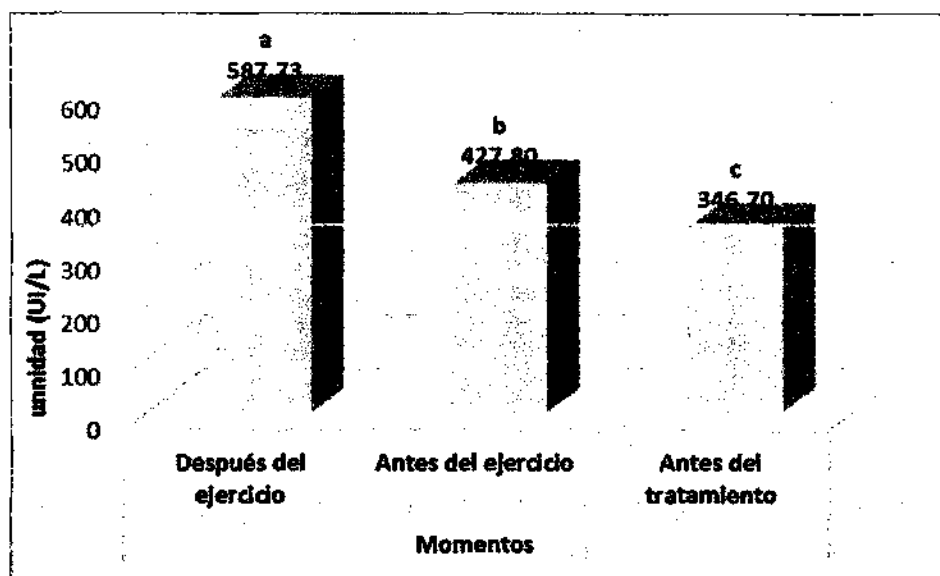
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.5.3. LACTATO DESHIDROGENASA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.19. Análisis de varianza de LDH del T3.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	300825.216	150412.608	33.337	**
Error	27	121819.502	4511.833		
Total	29	422644.717			

El cuadro 3.19 muestra que en los valores de lactato deshidrogenasa del T3 (vitamina E más Se) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.23. Prueba de Tukey de LDH de los momentos del T3.**

En el gráfico 3.23 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 587.73 UI/L de lactato deshidrogenasa supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 346.7 UI/L y 427.80 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 363.82 UI/L y 352.03 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente, y 587.29 UI/L de lactato deshidrogenasa después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 375.52 UI/L y 303.70 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente, y 563.98 UI/L de lactato deshidrogenasa después del ejercicio. Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.6. FOSFATASA ALCALINA (FAS):** Se analizaron los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

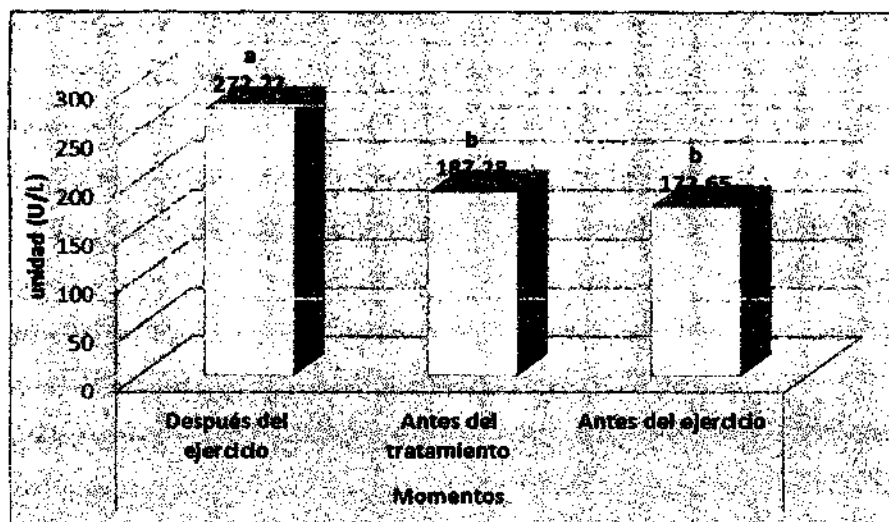
**3.2.6.1. FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TESTIGOS.** Se realizó el análisis bioquímico para el T1 (testigos) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey.

**Cuadro 3.20. Análisis de varianza de FAS del T1.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	58423.42	29211.71	12.29	**
Error	27	64187.80	2377.33		
Total	29	122611.22			

El cuadro 3.20 muestra que en los valores de fosfatasa alcalina del T1 (testigos) hay una diferencia altamente significativa. Se realiza

consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.24. Prueba de Tukey de FAS de los momentos T1.**

En el gráfico 3.24 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 272.72 U/L de fosfatasa alcalina supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 187.28 U/L y 172.65 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente.

Estas enzimas proceden de la ruptura normal de las células sanguíneas y de otros tejidos, muchas de ellas no tienen un papel metabólico en el plasma excepto las enzimas relacionadas con la coagulación y con el sistema del complemento.

Los valores obtenidos de animales en reposo y después del ejercicio se mostraron dentro de los rangos Fasan (2000) quien reporta rangos de 50 hasta 250 U/L después del ejercicio.

Los datos presentados en esta investigación son menores a los presentados por Perrone (2006) quien reporta 361 U/L en reposo y 438.49 U/LI después del ejercicio.

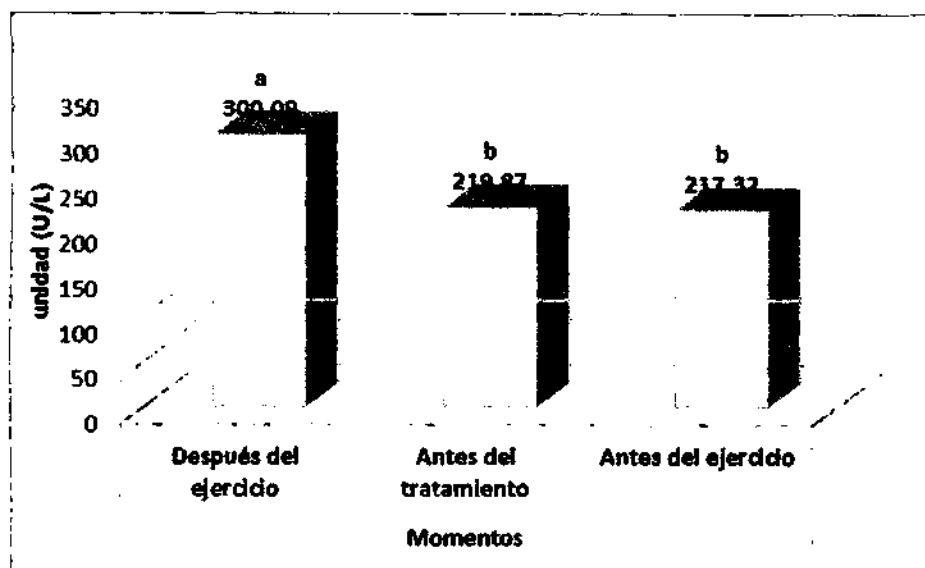
Los datos presentados por estos autores son similares a los presentados en esta investigación ya que también manejan el mismo protocolo de muestreo tanto en reposo e inmediatamente después del ejercicio.

**3.2.6.2. FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON MACA.** Se realizó el análisis bioquímico para el T2 (maca) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.21. Análisis de varianza de FAS del T2.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	44305.28	22152.64	6.68	*
Error	27	89595.51	3318.35		
Total	29	133900.79			

El cuadro 3.21 muestra que en los valores de fosfatasa alcalina del T2 (maca) hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.25. Prueba de Tukey de FAS de los momentos del T2.**

En el gráfico 3.25 muestra que existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, en el cual el momento después del ejercicio con 300.09 U/L de fosfatasa alcalina supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 219.87 U/L y 217.32 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 187.28 U/L y 172.65 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente, y 272.72 U/L de fosfatasa alcalina después del ejercicio.

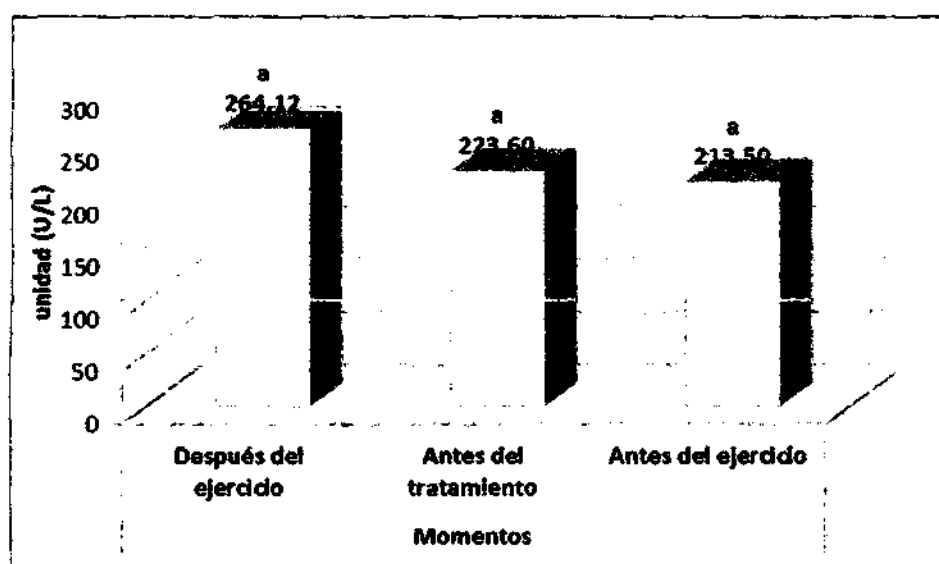
Pero en ambos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

**3.2.6.3. FOSFATASA ALCALINA DEL GRUPO DE TRATAMIENTO CON VITAMINA E MÁS SE.** Se realizó el análisis bioquímico para el T3 (vitamina E más Se) y se procesaron los datos realizando análisis de varianza y para la comparación de promedios se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

**Cuadro 3.22. Análisis de varianza de FAS del T3.**

Fuentes de Variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Sig.
Tratamientos	2	14344.56	7172.28	3.21	ns
Error	27	60233.96	2230.89		
Total	29	74578.52			

El cuadro 3.22 muestra que en los valores de fosfatasa alcalina del T3 (vitamina E más Se), no hay una diferencia significativa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para identificar cuál de los momentos es superior o inferior.



**Gráfico 3.26. Prueba de Tukey de FAS de los momentos del T3.**



En el gráfico 3.26 muestra que no existe diferencia significativa entre los diferentes momentos de realizado el examen, pese a que fueron tomados después del ejercicio con un valor de 264.12 U/L de fosfatasa alcalina no supera estadísticamente a los momentos tomados en reposo antes del tratamiento y antes del ejercicio con 223.60 U/L y 213.50 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente.

Las diferencias son menores con respecto al T1 (testigos) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 187.28 U/L y 172.65 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente, y 272.72 U/L de fosfatasa alcalina después del ejercicio.

También las diferencias son menores con respecto al T2 (maca) que se reporta antes de tratamiento y antes de ejercicio valores sin diferencia significativa de 219.87 U/L y 217.32 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente, y 300.09 U/L de fosfatasa alcalina después del ejercicio.

Pero en todos grupos se observa que existe diferencia altamente significativa entre los momentos tomados al equino en reposo y los tomados después del ejercicio.

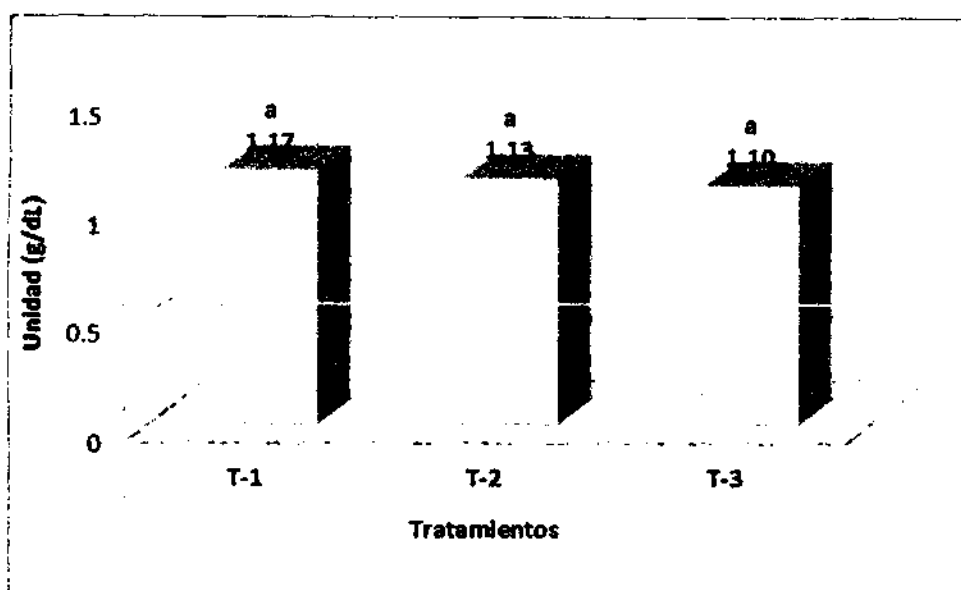
**3.2.7. COMPARACIÓN TOTAL DE BIOQUÍMICA:** Se analizaron y compararon los datos de los tres grupos: testigos, tratamiento con maca y tratamiento con Vitamina E más Se.

**Cuadro 3.23. Cuadrados medios del análisis de varianza de bioquímica total del T1, T2 y T3.**

		Proteínas totales	Ácido úrico	CK-MB	AST	LDH	FAS
Fuentes de Variación	Gl	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios	Cuadrados Medios
Tratamientos	2	0.01 ns	0.051 ns	76.45 ns	11786.79**	33445.720**	9418.58*
Error	27	0.46	0.017	44.11	963.17	4171.337	1491.50
Total	29						

En el cuadro 3.23 muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa con los datos de proteínas totales, ácido úrico y creatina quinasa-MB, existe diferencia significativa con los datos de fosfatasa alcalina y que existe una diferencia altamente significativa para los datos de aspartato aminotransferasa y lactato deshidrogenasa. Se realiza consecuentemente la prueba de Tukey  $p(0.05)$  para cada determinación y poder identificar cuál de los tratamientos es superior o inferior.

**3.2.7.1. PRUEBA DE TUKEY DE PROTEÍNAS TOTALES.** Para la comparación de proteínas totales entre grupos se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

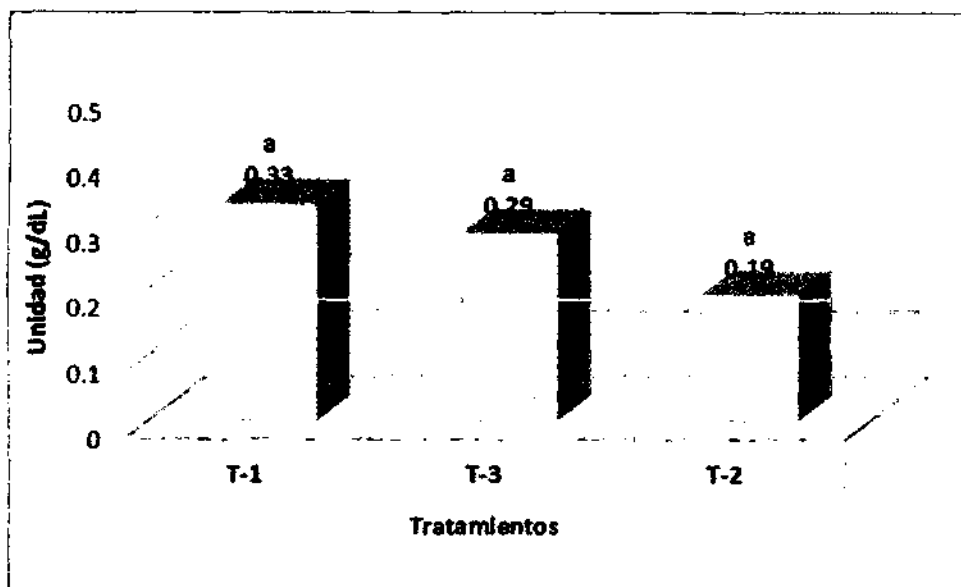


**Gráfico 3.27. Prueba de Tukey de proteínas totales entre tratamientos.**

En el gráfico 3.27 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa para los tres grupos, con 1.17 g/dl de proteínas totales para T1 (testigos), 1.13 g/dl de proteínas totales para T2 (maca) y 1.10 g/dl de proteínas totales para T3 (vitamina E más Se), los tres tratamientos son estadísticamente similares.

Esto obedezca posiblemente que la determinación de proteínas totales no está influenciada por el poder antioxidante de los tratamientos T2 (maca) y T3 (vitamina E más Se) y que los cambios producidos antes y después del ejercicio de los equinos es similar para los tres tratamientos.

**3.2.7.2. PRUEBA DE TUKEY DE ÁCIDO ÚRICO.** Para la comparación de promedios de ácido úrico entre grupos se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

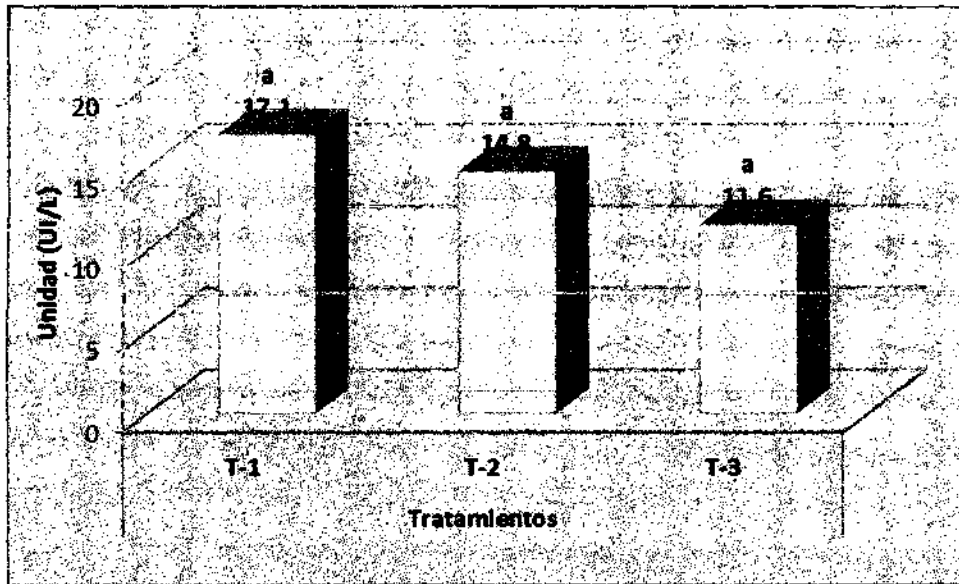


**Gráfico 3.28. Prueba de Tukey de ácido úrico entre tratamientos.**

En el gráfico 3.28 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa para los tres grupos, con 0.33 g/dl de ácido úrico T1 (testigos), 0.29 g/dl de ácido úrico para T2 (maca) y 0.19 g/dl de ácido úrico para T3 (vitamina E más Se), los tres tratamientos son estadísticamente similares.

Esto obedece posiblemente que la determinación de ácido úrico no está influenciada por el poder antioxidante de los tratamientos T2 (maca) y T3 (vitamina E más Se) y que los cambios producidos antes y después del ejercicio de los equinos es similar para los tres tratamientos.

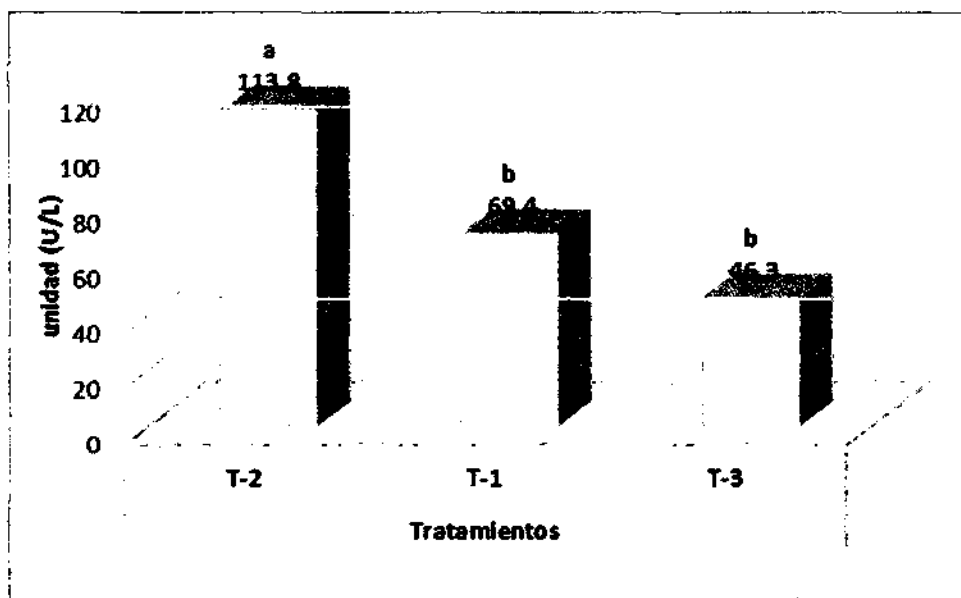
**3.2.7.3. PRUEBA DE TUKEY DE CK-MB.** Para la comparación de promedios de creatina quinasa-MB se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .



**Gráfico 3.29. Prueba de Tukey de CK-MB entre tratamientos.**

En el gráfico 3.29 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa para los tres grupos, con 17.1 UI/L de creatina quinasa-MB para T1 (testigos), 14.4 UI/L de creatina quinasa-MB para T2 (maca) y 11.6 UI/L de creatina quinasa-MB para T3 (vitamina E más Se), los tres tratamientos son estadísticamente similares. Esto obedece posiblemente que la determinación de creatina quinasa-MB no está influenciada por el poder antioxidante de los tratamientos T2 (maca) y T3 (vitamina E más Se) y que los cambios producidos antes y después del ejercicio de los equinos es similar para los tres tratamientos.

**3.2.7.4. PRUEBA DE TUKEY DE AST.** Para la comparación de promedios de aspartato aminotransferasa entre grupos se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

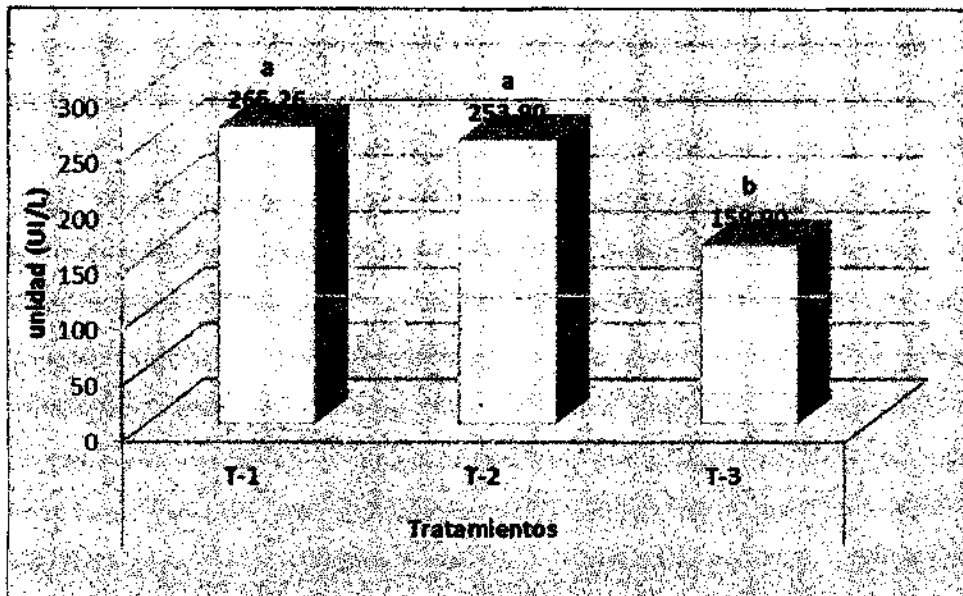


**Gráfico 3.30. Prueba de Tukey de AST entre tratamientos.**

En el gráfico 3.30 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos, en el cual el T2 (maca) con 113.8 U/L de aspartato aminotransferasa supera estadísticamente al T1 (testigos) y T3 (vitamina E más Se) con 69.4 U/L y 46.3 U/L de aspartato aminotransferasa respectivamente, estos últimos a la vez son estadísticamente similares.

Esto obedece posiblemente a que el T3 (vitamina E más Se), esté funcionando como antioxidante, ya que los cambios que presenta este grupo después del ejercicio no son muy elevados como en el T1 (testigos) y T2 (maca), demostrando su eficacia frente a los otros grupos.

**3.2.7.5. PRUEBA DE TUKEY DE LDH.** Para la comparación de promedios de lactato deshidrogenasa entre grupos se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .

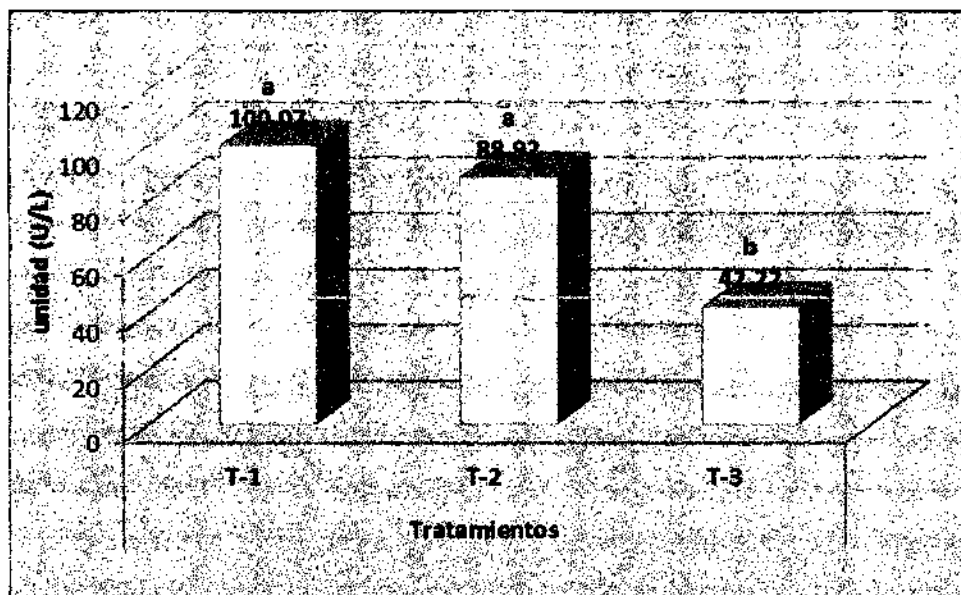


**Gráfico 3.31. Prueba de Tukey de LDH entre tratamientos.**

En el gráfico 3.31 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos, en el cual los T1 (testigos) y el T2 (maca) con 265.26 UI/L y 253.90 UI/L de lactato deshidrogenasa respectivamente estos son estadísticamente similares. Superan estadísticamente T3 (vitamina E más Se) con 159.90 UI/L de lactato deshidrogenasa.

Esto obedece posiblemente a que el T3 (vitamina E más Se), esté funcionando como antioxidante, ya que los cambios que presenta este grupo después del ejercicio no son muy elevados como en el T1 (testigos) y T2 (maca), demostrando su eficacia frente a los otros grupos.

**3.2.7.6. PRUEBA DE TUKEY DE FAS.** Para la comparación de promedios de fosfatasa alcalina entre grupos se realizó la prueba de Tukey  $p(0.05)$ .



**Gráfico 3.32. Prueba de Tukey de FAS entre tratamientos.**

En el gráfico 3.32 de la prueba de Tukey  $p(0.05)$  muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos, en el cual los T1 (testigos) y el T2 (maca) con 100.07 U/L y 88.92 U/L de fosfatasa alcalina respectivamente estos son estadísticamente similares. Superan estadísticamente T3 (vitamina E más Se) con 42.22 U/L de fosfatasa alcalina.

Esto obedezca posiblemente a que el T3 (vitamina E más Se), esté funcionando como antioxidante ya que los cambios que presenta este grupo después del ejercicio no son muy elevados como en el grupo de T1 (testigos) y T2 (maca), demostrando su eficacia frente a los otros grupos.



## **CONCLUSIONES**

- El efecto antioxidante de *Lepidium meyenii* Walp "maca" en caballos de equitación sometidos a ejercicios extenuantes no se ve reflejada ya que tiene comportamiento similar a los testigos.
- El grupo de tratamiento con Vitamina E más Se, es más eficaz que el grupo de tratamiento con maca.
- No hay diferencia significativa entre los hemogramas de los tres grupos de tratamientos.
- Las variables de los hemogramas que tienen un cambio altamente significativo de  $p(0.05)$  después del ejercicio son el hematocrito y hemoglobina.
- Hay diferencia significativa entre los resultados de bioquímica sanguínea entre los tres grupos de tratamientos.
- Las variables de bioquímica que tienen un cambio altamente significativo de  $p(0.05)$  después del ejercicio son proteínas totales, ácido úrico, creatina quinasa-MB, aspartato aminotransferasa, lactato deshidrogenasa y fosfatasa alcalina.

### **RECOMENDACIONES**

- Tener controlado el cronograma de actividades que se realizará con los equinos, los momentos de obtención de muestras deben ser iguales para todos los grupos de tratamientos, de lo contrario se tendrán resultados erróneos.
- El método de obtención de muestra y el manejo de ésta es de vital importancia para tener mejores resultado en el procedimiento, es necesario realizar la separación de suero antes de las 2 horas de haber tomado la muestra con el fin de tener resultados más exactos al evitar que las células sanguíneas metabolícen las enzimas.
- Realizar análisis de mayor sensibilidad para determinar la oxidación de las células como la determinación de la concentración de malondialdehído (MDA) que es un índice de lipoperoxidación que es determinada en las membranas aisladas de los eritrocitos.
- Los equinos atletas siempre deben tener mejor alimentación y en todo caso el uso de suplementos como el myoselen (Vit. E más Se) o en el concentrado como la harina de maca demuestran que son eficaces frente a las exigencias del entrenamiento y competencia.

- Continuar con el estudio de la fisiología del deportista equino donde los interrogantes son grandes y se deben hallar los niveles basales de diversas variables para nuestros ejemplares y en nuestro medio.
- Realizar el estudio de las propiedades antioxidantes del *Lepidium meyenii* Walp "maca" de un aislado de la cascara del hipocótilo de la maca por lo menos 30 días consecutivos como suplemento en su dieta, y probar su efecto en cuyes o ratas de laboratorio y principalmente determinar enzimas musculares.

## REFERENCIAS LITERARIAS

- **Aliaga, R. 2010.** Raíces Andinas - Contribuciones al conocimiento y a la capacitación, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- **Arias Gutiérrez, M; Naranjo Velilla, M; Restrepo Vélez, A. 2006.** Comparación de los valores del hemoleucograma según la edad y el sexo en caballos Pura Sangre Inglés del hipódromo Los Comuneros de Guarne, Antioquia. Lima, Perú.
- **Boffi, F. 2007.** Fisiología del ejercicio equino, ed. Intermédica, Buenos Aires, República Argentina.
- **Brako, L.; Zarucchi, J. 1993.** Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: i-xi, 1-1286.
- **Bulger, E; Maiaer, R. 2001.** Antioxidants in Critical Illness Arch Surg, 136: 1201-1207.
- **Canales, M; Aguilar, J. 2000.** Ausencia de toxicidad y Citotoxicidad de *Lepidium meyenii* (Maca). En: 1er. Congreso Internacional - I Congreso Peruano de Plantas Medicinales 2000, Lima - Perú. Libro de Memorias, P.165-166.
- **Cardinet, H. 1989.** Biochemistry of domestic animals. 4th Ed. Academic. Press. Inc., San Diego. 932 pp.
- **Castejón, F. 2010.** Use of biochemical parameters to predict metabolic elimination in endurance rides. Equine vet.
- **Chacón, G. 1990.** La maca (*Lepidium peruvianum Chacon sp. nov.* y su hábitat. Revista Peruana de Biología 3: 171-272.

- **Coby, B. 2003.** Centro de nutrición equina - horse 1, análisis de sangre para el caballo de deporte, revista Ecuestre, España, 2003 <http://www.horse1.es/>
- **Contreras, P; Chihuailaf, R; Wittwer, F. 2002.** Patogénesis del estrés oxidativo: consecuencias y evaluación en salud animal, Universidad Austral de Chile.
- **Cuentas, R; De la Cruz, L; Hernández, G; Mateo, I; Castañeda, C; Ibáñez, L; Ramos, E. 2008.** Evaluación del efecto antioxidante de hojas de *Lepidium peruvianum* Chacón, "maca". Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- **De Teresa, M. 1999.** Modificación del perfil de riesgo cardiovascular mediante el ejercicio físico. Revista de Educación Médica Continuada en Riesgo Cardiovascular 8: 8-11.
- **Fasan, A. 2000.** Valores normales de referencia de animales domésticos. Laboratorio Novolabsite, Argentina.
- **Funquist, P. 2001.** Effects of phlebotomy on haemodynamic characteristics during exercise in standardbred trotters with red cell hipervolemia, In: Equine Veterinary Journal. Vol. 3 Nº 4.
- **Gómez, C; Petró, P; Andaur, M. 2004.** Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto holsteiner. Revista científica, Vol. XIV, núm 3, Universidad de Zulia, Venezuela.
- **Guerrero, P; Portocarrero; L. 2008.** Determinación de lactato deshidrogenasa, creatinquinasa y ácido láctico en equinos de salto en la sabana de Bogotá, Colombia.

- **Hargreaves, B; Kronfeld, D; Waldron, J; Lopes, M; Harris, P. 2002.** Antioxidant status and muscle cell leakage during endurance exercise. *Equine Vet. J.* 34, 116-121.
- **Harris, A; Marlin, J; Gray, j. 1998.** Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. *Vet J.* 155(3): 295-304.
- **Hitchcock, L. 1945.** The South American species of *Lepidium*. *Liloa* 11: 75-134.
- **Kraft, H. 1998.** *Métodos de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos Domésticos*, Zaragoza, España.
- **Leewenburg, C; Frebig, R; Chndwaney, R. 1994.** Aging and exercise training in skeletal muscle; responses of glutathione and antioxidant enzyme systems. *Am J. Physiol* 267: 439-445.
- **Licata, M. 2013.** Nutrición: selenio y propiedades. Zonadiet, Perú.
- **Licata, M. 2013.** Nutrición: vitamina E. zonadiet, Perú.
- **López, A; Miranda, M; Hernandez, J; Castillos, C; Benedicto, J. 2001.** Glutathion Peroxidasa En Las Patologías Asociadas A Deficiencias De Selenio En Rumiantes, *Arch med vet* 29: 171-179
- **Miller, J; Brzezinska, K; Slobodzinska, E; Madsen, F. 1993.** Oxidative stress, antioxidants, and animal functions, *J dairy Sci* 76:2812-2823.
- **Milne, W. 1982.** Biochemical parameters for assessment of conditioning in the horse. *Proc. Am. Assoc. Eq. Pract.* 49-53 pp. 1982.

- **Muñoz, A; Riber, C; Trigo, P; Castejón, F. 2010.** Hematology and clinical biochemistry in chronically starved horses. *J. Equine vet. Sci*
- **Mutis, A; Ramírez, E. 2003.** Determinación y análisis de valores fisiológicos pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle, Facultad de Medicina Veterinaria, Bogotá, Colombia.
- **Paffenbarger, R; Hyde, R; Wing, A. 1990.** Physical activity and Physical fitness as determinants of health and longevity (USA).
- **Perrone, G; Caviglia, J; Pérez, A; Fianza, M. 2006.** Cambios en las variables fisiológicas en equinos compitiendo en una prueba combinada Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- **Punture, K; Wild, C; Vinitketkumneun, V. 2004.** Thai medicinal plants modulate nitric oxide and tumor necrosis factor- $\alpha$  in J774.2 mouse macrophages. *J. of Ethnopharmacology* 95:183-189.
- **Ramón, J. 1993.** Radicales libres y antioxidantes en clínica humana. Ed. IDEPSA (Internacional de Ediciones y Publicaciones, S.A.), Madrid, España.
- **Rea, J. 1992.** Raíces andinas: Maca en Cultivos marginados FAO Roma, Pp. 163-166.
- **Rosas, J; Pino, A. 2003.** Determinación del efecto antioxidante del *Lepidium peruvianum chacon* (maca) Arequipa, 2003, Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú.
- **Rodrigo, M; Valdivieso, R; Suárez, S; Oriondo, R; Oré, R. 2011.** Disminución del daño oxidativo y efecto hipoglicemiantede la maca

(*Lepidium meyenii walp*) en ratas con diabetes inducida por streptozotocina Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

- **Salgado, J; Ussa, J. 2009.** Determinación de hematocrito (hto), proteínas plasmáticas totales (ppt) y albúmina (Alb) antes y después de cada entrenamiento en Bogotá. Colombia.
- **Shalm's, M; Bernard, F; Feldman, J; Nemi, C. 2000.** Veterinary Hematology, 5a ed., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA.
- **Sies, H. 1991.** Oxidative stress, oxidants and antioxidants. New York. Academic Press.
- **Trigo, P; Castejón, F; Muñoz, A. 2011.** Fisiopatología del ejercicio en el caballo de resistencia, Universidad de Córdoba. España.
- **Voigt, G. 2003.** Conceptos y técnicas hematológicas para veterinarios, ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.
- **Walpers, G. 1843.** Cruciferas, Capparidas, Cylcereas et Compositas, quas Meyenius in orbis circumnavigatione collegit, enumerate novas que describit. 19(1): 249.
- **Wittwer, f; böhmwald, h. 1968.** Manual de Patología Clínica Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 21-30 pp.



**ANEXOS.**

## Anexo 01. Identificación de los equinos.

### Relación de equinos utilizados en la investigación.

N°	N° CHIP	NOMBRE	SEXO	EDAD años	COLOR	PROCEDENCIA	TALLA metros
01	2111850	Ralienda	Y	5.5	Alazán	Argentina	1.66
02	2129807	Quite Easy Z	M	3.5	Castaño	Argentina	1.69
03	2111634	Animado	M	5	Castaño	Argentina	1.71
04	2143218	Paradizo Z	M	4.5	Castaño	Argentina	1.65
05	2142584	Yauli	Y	4	Castaño	Argentina	1.63
06	2111161	Recambio	M	4.5	Castaño	Argentina	1.66
07	2143119	Tambo 7-68	M	5	Alazán	Argentina	1.70
08	2142994	Cuatro estaciones	M	3.5	Castaño	Argentina	1.66
09	2111428	Qokaina Z	Y	4	Castaño	Argentina	1.73
10	2129803	Konstantin	M	5.5	Alazán	Argentina	1.72
11	2093681	Alpacino Z	M	5	Alazán	Argentina	1.68
12	2128538	Resfaloza Z	Y	5.5	Castaño	Argentina	1.65
13	2142903	Cote Z	M	6	Moro	Argentina	1.68
14	2142553	Actina Z	Y	6	Castaño	Argentina	1.71
15	2111793	Divina Z	Y	4	tordillo	Argentina	1.66
16	2142848	Tambo 8-96	M	4	Alazán	Argentina	1.69
17	2111099	CT Aida	Y	4.5	Castaño	Argentina	1.65
18	2110952	Rio bravo	M	4	Moro	Argentina	1.68
19	2142545	Quijote Z	M	4	Castaño	Argentina	1.68
20	2143209	Tambo7-83	M	4	Castaño	Argentina	1.69
21	2111284	Tailandia	Y	5	Moro	Argentina	1.66
22	2093339	Raction	M	4.5	Castaño	Argentina	1.71
23	2142955	Alviar	M	3.5	Castaño	Argentina	1.68
24	2111627	Querina	Y	6	zaino	Argentina	1.67
25	2093609	Cavalia Z	Y	4	Moro	Argentina	1.71
26	2097926	Elkun	M	6	Moro	Argentina	1.67
27	2129136	Dark pidar	M	5.5	Moro	Argentina	1.66
28	2130414	Darwin z	M	6	Moro	Argentina	1.70
29	2111719	All Righth	Y	5.5	Castaño	Argentina	1.67
30	2143085	Darnos Lady	y	5.5	Moro	Argentina	1.68

Tarjeta de registro de ganado equino.

	<b>SERVICIO VETERINARIO DEL EJERCITO</b> <b>TARJETA DE REGISTRO DE GANADO EQUINO</b>		
			
- NOMBRE	: ALPACINO Z.	- UU	: RC "MDN" - EPR.
- NACIMIENTO	: 06-10-2008.	- TALLA	: 1.74 Mts.
- N° CHIP	: 2093681.	- SEXO	: MACHO CASTRADO.
- PROCEDENCIA	: ARGENTINA.	- COLOR	: ALAZÁN.
<b>RESEÑA:</b> - ALAZÁN, LUCERO EN LA FRENTE, ALBOS POSTERIORES.			
Vo. Bo		ES CONFORME	Jefe de Dpto.
		O - 215290160-B Jorge Luis VARGAS ORTIZ CPL CAB Comde del RC "MDN" EPR	8-1451903747-8 WILSON ROMERO LOZANO CAP VET CO VET DEL RC "MDN" EPR

Fuente: RC "MDN" EPR.

Tarjeta de registro de ganado equino.

	<b>SERVICIO VETERINARIO DEL EJERCITO</b> <b>TARJETA DE REGISTRO DE GANADO EQUINO</b>		
			
- NOMBRE	: Rio bravo.	- UU	: RC "MDN" - EPR.
- NACIMIENTO	: 06-10-2009.	- TALLA	: 1.68 Mts.
- N° CHIP	: 2110952.	- SEXO	: MACHO CASTRADO.
- PROCEDENCIA	: ARGENTINA.	- COLOR	: Moro.
<b>RESEÑA:</b> -MORO CLARO.			
Vo. Bo		ES CONFORME	Jefe de Dpto.
		O - 215290160-B Jorge Luis VARGAS ORTIZ CPL CAB Comde del RC "MDN" EPR	8-1451903747-8 WILSON ROMERO LOZANO CAP VET CO VET DEL RC "MDN" EPR

Fuente: RC "MDN" EPR.

## Anexo 02. Materiales químicos.

Kit de proteínas totales.



Kit de ácido úrico.



Kit de CK-MB.



Kit de AST.



Kit de LDH.



Kit de FAS.



### Anexo 03. Equipos y Materiales físicos.

Analizador semiautomático.



Centrifuga.



Microscopio.



Balanza analítica.



Micropipetas y tips.



Tubos vacutainer.



#### Anexo 04. Administración de tratamientos.

Pesado de la maca.



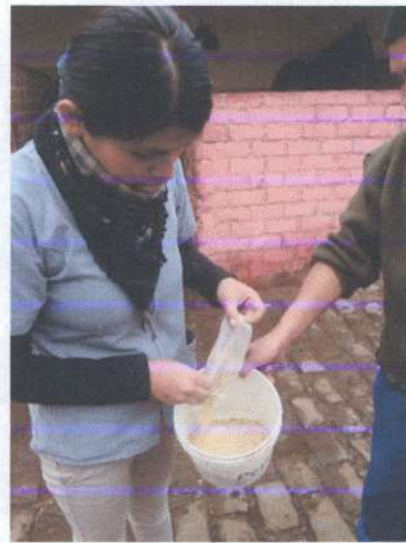
Maca (250 gr).



Enseñando a los soldados encargados de cada equino administración de maca en el concentrado.



Dosificación de maca.



Alta palatabilidad de la maca.



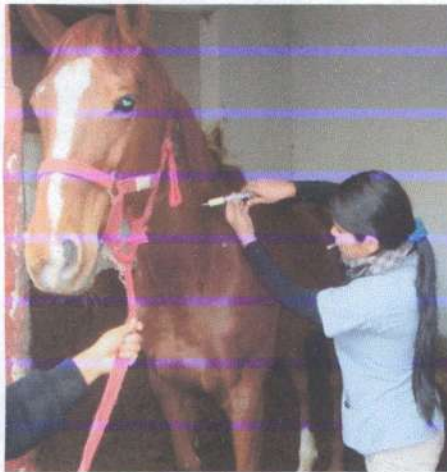
Myoselen (Vit. E + Se).



Cargado de Myoselen (12 ml).



Administración de Myoselen.



## Anexo 05. Competencias de equitación.

Transporte de equinos.



Colocación de ramplones.



Salto de obstáculos.



Circuito de la competencia.



Finalización de recorrido.



Vigilancia de la competencia.





## Anexo 06. Extracción de muestras y separación de suero.

Extracción de muestra  
antes del ejercicio



Extracción de muestra  
después del ejercicio.



Centrifugado.



Separación de suero.



Crioviales rotulados.



Crioviales con sueros.



## Anexo 07. Determinaciones de hemogramas.

Reactivos.



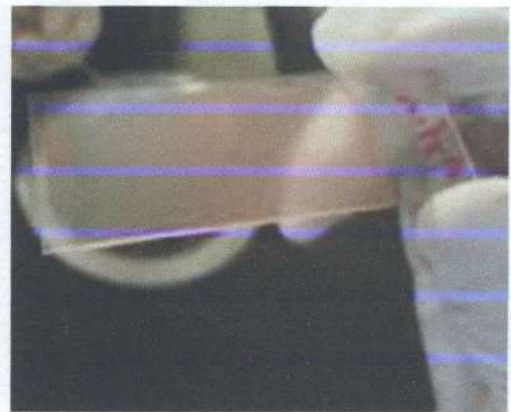
Materiales.



Determinación de hematocrito.



Frotis sanguíneo.



Conteo diferencial de leucocitos.



Conteo de leucocitos.



**Resultados de hemogramas:** Los resultados fueron entregados impresos y firmados por el Licenciado Tecnólogo Médico Juan Llamoca Gutiérrez.

Resultado antes de ejercicio.

**LABORATORIO MEDICO DE ANALISIS CLINICOS**  
 HEMATOLOGIA - URINALES - PARASITOLOGIA  
 BIOQUIMICA - MICROBIOLOGIA- INMUNOLOGIA  
 DESPESAJE DE CANCER - DIAGNOSTICO DE EMBARAZO

LABORATORIO CENTRAL  
 Jr.-MARMOL 584-SJL  
 URB. INCA MANCO CAPAC

Emergencia-Atención a Domicilio  
 Telf. : 97208027

PACIENTE : E.H. / J.L. / G.G.  
 IND. DE : FECHA: 29-08-2013

**HEMOGRAMA**

LEUCOCITOS	8,100	mm3	HEMATOCRITO	34	%
HEMATIES	7,350,000	mm3	HEMOGLOBINA	11.3	gr%
ABASTONADOS	00	%			
SEGMENTADOS	62	%			
BASOFILOS	00	%			
EOSINOFILOS	03	%			
MONOCITOS	04	%			
LIFOCITOS	31	%			
PLAQUETAS	345,000	mm3			

Juan Llamoca Gutierrez  
 Lic. Tecnólogo Médico  
 CTMP 0284

Resultado después del ejercicio.

**LABORATORIO MEDICO DE ANALISIS CLINICOS**  
 HEMATOLOGIA - URINALES - PARASITOLOGIA  
 BIOQUIMICA - MICROBIOLOGIA- INMUNOLOGIA  
 DESPESAJE DE CANCER - DIAGNOSTICO DE EMBARAZO

LABORATORIO CENTRAL  
 Jr.-MARMOL 584-SJL  
 URB. INCA MANCO CAPAC

Emergencia-Atención a Domicilio  
 Telf. : 97208027

PACIENTE : E.H. / J.L. / G.G.  
 IND. DE : FECHA: 29-08-2013

**HEMOGRAMA**

LEUCOCITOS	8,900	mm3	HEMATOCRITO	48	%
HEMATIES	10,200,000	mm3	HEMOGLOBINA	17.3	gr%
ABASTONADOS	50	%			
SEGMENTADOS	68	%			
BASOFILOS	00	%			
EOSINOFILOS	05	%			
MONOCITOS	03	%			
LIFOCITOS	24	%			
PLAQUETAS	396,000	mm3			

Juan Llamoca Gutierrez  
 Lic. Tecnólogo Médico  
 CTMP 0284

## Anexo 08. Determinaciones bioquímicas.

Tubos de vidrio esterilizados.



Cargado del reactivo.



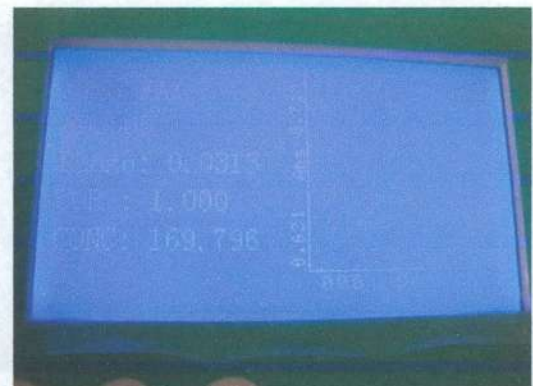
Preparación de muestra y reactivo.



Lectura en el analizador.



## Resultados de bioquímica sanguínea.



## Anexo 09. Alimentación de los equinos.

La alimentación de los equinos está establecida por los médicos veterinarios a cargo, y vigiladas en cada escuadrón por cada sub-oficial agropecuario encargado de brindar el dicho racionamiento consistente en: 7 kg de pasto y 2.6 kg de omolene para caballos argentinos, toda la ración se divide en dos partes que se dará a las 10 am y 4 pm. Y los sub-oficiales también se encargaran de que los animales tengan agua *ad libitum* y abreen normalmente y para evitar casos de cólicos.

Racionamiento del alimento para los caballos.

(La gigantografía se observa en todos los escuadrones)



A large banner titled "RACIONAMIENTO DE LOS CABALLOS DEL ESC 'C/S'" with a table of feeding amounts for Argentine and Peruvian horses. The banner also features logos and a photo of horses in a paddock.

	CABALLOS ARGENTINOS	CABALLOS PERUVIANOS	TOTAL
PASTO	7 KG (161 KG)	6 KG (36 KG)	197 KG
EMOLENE	2.6 KG (59.8 KG)	2.6 KG (15.6 KG)	75.4 KG

Omolene condition.



Two bags of Purina Omolene Condition horse supplement. The left bag is labeled "NUTRIMENTOS PURINA". The right bag shows the product name and a 40kg weight. To the right is a nutritional information table.

INF. NUTRICIONAL	
➤	Proteína 14%
➤	Grasa 3%
➤	Fibra 15%
➤	Humedad 14%
➤	Ceniza 12%