

**VALORES PARA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E INTEGRIDAD
HEPÁTICA Y RENAL EN EL CABALLO CRIOLLO COLOMBIANO EN
ALGUNOS MUNICIPIOS PERTENECIENTES AL CAÑÓN DEL CAUCA
BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.**

INVESTIGADORES

Diana Arboleda Santa
Ana María Hincapié Corral
Andrea Velásquez Restrepo

COINVESTIGADOR

Santiago Henao Villegas, M.V. MSc.

ASESORES

Dr. Ignacio Correa Duque, M.V.
Dr. Martín Emilio Vélez González. M.V.
Dr. Humberto de Jesús Mejía Vélez. M.V.
Arley José Caraballo, Bacteriólogo
Álvaro Lema Tapias, Ing. MSc.

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

Grupo: INCA- CES

Línea de Investigación: Medicina Preventiva Animal.

UNIVERSIDAD CES

MEDELLIN

2007

**VALORES PARA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E INTEGRIDAD
HEPÁTICA Y RENAL EN EL CABALLO CRIOLLO COLOMBIANO EN
ALGUNOS MUNICIPIOS PERTENECIENTES AL CAÑÓN DEL CAUCA
BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.**

INVESTIGADORES

Diana Arboleda Santa
Ana María Hincapié Corral
Andrea Velásquez Restrepo

COINVESTIGADOR

Santiago Henao Villegas, M.V. MSc.

ASESORES

Dr. Ignacio Correa Duque, M.V.
Dr. Martín Emilio Vélez González. M.V.
Dr. Humberto de Jesús Mejía Vélez. M.V.
Arley José Caraballo, Bacteriólogo
Álvaro Lema Tapias, Ing. MSc.

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

Grupo: INCA- CES

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTAR AL TITULO
DE MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA.**

UNIVERSIDAD CES

MEDELLIN

2007

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis no sería posible sin la ayuda de las siguientes personas y entidades:

- Solla S.A.
- Dr. Humberto Mejía Vélez. Vicepresidente Técnico y de desarrollo. Solla. S.A.
- Dr. Martín Emilio Vélez. Director nacional línea equina. Solla S.A.
- Dr. Ignacio Correa. Médico Veterinario. Clínica San Luís
- Arley José Caraballo. Bacteriólogo. Laboratorio Clínico del Centro de Veterinaria y Zootecnia Universidad CES, por su invaluable colaboración.
- Santiago Henao Villegas. Decano facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad CES.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE GRÁFICAS	5
INDICE DE ANEXOS	6
1. RESUMEN.	8
1. 1. ABSTRACT.	8
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	9
2.1. Planteamiento del problema	9
2.2. justificacion	9
2.3. preguntas de investigacion	10
3. MARCO TEORICO	10
3.1. Programas exploratorios y perfiles orgánicos	10
3.1.1 El Hígado	10
3.1.1.1 Enzimas hepatoespecificas	11
3.1.1.2 Enzimas no hepatoespecificas	12
3.1.1.3 Integridad hepatica	14
3.1.2. El Riñón.	16
3.1.2.1 funcionamiento e integridad renal	16
4. HIPÓTESIS	18
5. OBJETIVOS	18
5.1 Objetivo General	18
5.2. Objetivos Específicos	18
6. METODOLÓGIA.	19
6.1 Localización Geográfica.	19
6.2 Tipo de Investigación.	19
6.3 Población de Estudio.	19
6.4 Método Estadístico.	19
6.4.1 Variables a Evaluar.	20
6.5 tecnicas de recoleccion de la informacion	20
6.6 Tecnicas y protocolos de analisis de la muestras	20
6.6.1 metodos de laboratorio	20
6.6.1.1 Aspartato Amino Transferasa (AST):	20
6.6.1.2 Fosfatasa Alcalina (AP):	21
6.6.1.3. Gamma Glutamil Transferasa (GGT):	21

6.6.1.4. Bilirrubina Total:	22
6.6.1.5. Creatinina:	22
6.6.1.6. Urea en sangre:	23
6.7. Control de Errores y Sesgos.	23
6.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los datos	23
7. CONSIDERACIONES ETICAS.	24
8. RESULTADOS.	24
8.1 Pruebas de Integridad Hepática:	25
8.2. Prueba de Funcionamiento Hepático:	26
8.3 Pruebas de funcionamiento e integridad renal:	27
9. DISCUSIÓN.	28
10. ANEXOS	32
11. REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS.	46

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos generales de los dos grupos de animales de acuerdo a su alimentación y su clasificación por rango de edades.	31
Tabla 2. Análisis de varianza para la enzima GGT.	35
Tabla 3. Mínimos cuadrados para GGT con intervalos de confianza del 95%.	35
Tabla 4. Análisis de varianza para la enzima AST.	36
Tabla5. Mínimos cuadrados para AST con intervalos de confianza del 95%.	36
Tabla 6. Análisis de varianza para la enzima AP.	37
Tabla 7. Mínimos cuadrados para AP con intervalos de confianza del 95%.	38
Tabla 8. Análisis de varianza para la Bilirrubina Total.	39
Tabla 9. Análisis de varianza para la Bilirrubina Total	39
Tabla 10. Mínimos cuadrados para Bilirrubina Total con intervalos de confianza del 95%.	40
Tabla 11. Análisis de varianza para BUN.	41
Tabla 12. Mínimos cuadrados para el BUN con intervalos de confianza del 95%.	41
Tabla 13. Análisis de varianza para Creatinina.	42
Tabla 14. Mínimos cuadrados para la Creatinina con intervalos de confianza del 95%.	43

INDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Interacción sexo-grupo, con la enzima AST.	37
Gráfica 2. Interacción sexo-grupo, con la enzima hepática AP.	39
Gráfica 3. Interacción Bilirrubina Total con los dos grupos de alimentación.	40
Gráfica 4. Interacción BUN con los dos grupos de alimentación.	42
Gráfica 5. Interacción Creatinina con los dos grupos de alimentación.	43
Gráfica 6. Interacción Creatinina con la edad de los animales.	44
Gráfica 7. Interacción Creatinina con el sexo de los animales.	44

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
<u>ANEXO 1. Tabla 1.</u> Datos generales de los dos grupos de animales de acuerdo a su alimentación y su clasificación por rango de edades.	31
<u>ANEXO 2. Tabla 2.</u> Análisis de varianza para la enzima GGT.	35
<u>ANEXO 3. Tabla 3.</u> Mínimos cuadrados para GGT con intervalos de confianza del 95%.	35
<u>ANEXO 4. Tabla 4.</u> Análisis de varianza para la enzima AAT.	36
<u>ANEXO 5. Tabla 5.</u> Mínimos cuadrados para AAT con intervalos de confianza del 95%.	36
<u>ANEXO 6. Gráfica 1.</u> Interacción sexo-grupo, con la enzima AST.	36
<u>ANEXO 7. Tabla 6.</u> Análisis de varianza para la enzima AP.	37
<u>ANEXO 8. Tabla 7.</u> Mínimos cuadrados para AP con intervalos de confianza del 95%.	38
<u>ANEXO 9. Gráfica 2.</u> Interacción sexo-grupo, con la enzima hepática AP.	39
<u>ANEXO 10. Tabla 8.</u> Análisis de varianza para la Bilirrubina Total.	39
<u>ANEXO 11. Tabla 9.</u> Análisis de varianza para la Bilirrubina Total.	39
<u>ANEXO 12. Tabla 10.</u> Mínimos cuadrados para Bilirrubina Total con intervalos de confianza del 95%.	40
<u>ANEXO 13. Gráfica 3.</u> Interacción Bilirrubina Total con los dos grupos de alimentación.	40
<u>ANEXO 14. Tabla 11.</u> Análisis de varianza para BUN.	41
<u>ANEXO 15. Tabla 12.</u> Mínimos cuadrados para el BUN con intervalos de confianza del 95%.	41

<u>ANEXO 16.</u> Gráfica 4. Interacción BUN con los dos grupos de alimentación.	42
<u>ANEXO 17.</u> Tabla 13. Análisis de varianza para Creatinina.	42
<u>ANEXO 18.</u> Tabla 14. Mínimos cuadrados para la Creatinina con intervalos de confianza del 95%.	43
<u>ANEXO 19.</u> Gráfica 5. Interacción Creatinina con los dos grupos de alimentación.	43
<u>ANEXO 20.</u> Gráfica 6. Interacción Creatinina con la edad de los animales.	44
<u>ANEXO 21.</u> Gráfica 7. Interacción Creatinina con el sexo de los animales.	44

1. RESUMEN.

Ante la poca información que se tiene con base a las pruebas de funcionamiento e integridad hepática y renal para la raza de equinos propia de nuestro país, se determinaron valores para estas pruebas en el caballo Criollo Colombiano en los siguientes municipios pertenecientes al cañón del Cauca: Venecia, La Pintada, Bolombolo e Irra. Para tal efecto, se muestrearon 160 caballos clínicamente sanos con edades entre los 9 y los 144 meses divididos bajo dos sistemas de alimentación, en donde el Grupo 1, se establecieron los animales con una dieta a base de pasto verde, agua y melaza, y en el Grupo 2, se establecieron los animales con una dieta con pasto verde, agua, melaza y un alimento concentrado comercial como único suplemento. Para este estudio se utilizaron las enzimas más representativas en los equinos y que además son de gran facilidad su análisis en el laboratorio con relación a su vida media, por lo tanto se evaluaron para funcionamiento hepático: la Bilirrubina Total (BITO); como integridad hepática: la Aspartato Amino Transferasa (AST), la Fosfatasa Alcalina (AP), la Gamma Glutamil Transferasa (GGT) y para funcionamiento e integridad renal: el Nitrógeno Ureico en sangre (BUN) y la Creatinina (CREA). Dentro el estudio se obtuvieron los siguientes valores, donde la mayoría se encontraron dentro de los márgenes de referencia para las otras razas de caballos: GGT: 12.6 -19.2 U/L, AST: 369.4 - 431.8 U/L, AP: 165.1 – 199.7 U/L, BITO: 1.13 –1.36 mg/dl, BUN: 19.1 – 22.7 mg/dl, CREA: 1.17 – 1.28.

Palabras claves: Pruebas Hepática, Pruebas renales, Grupos de Alimentación, Valores.

1. 1. ABSTRACT.

In the face of the little information that one has with function tests and hepatic and renal integrity for the race of equine characteristic of our country, values were determined for these tests in the Colombian Criollo horse in the following municipalities belonging to the canyon of the Cauca: Venecia, La Pintada, Bolombolo and Irra. For such an effect, we were studied 160 horses clinically healthy with ages between the 9 and the 144 months divided under two feeding systems where the Group 1, the animals settled down with a diet with green grass, water and melaza, and in the Group 2, the animals settled down with green grass, water, melaza and a commercial concentrated food as only supplement. For this study the most representative enzymes were used in the equine ones and that they are also of great easiness their analysis in the laboratory with relationship to their half life, therefore they were evaluated for hepatic function: the Total Bilirubin (BITO); as hepatic integrity: the Serum Aspartate Amino Transferasa (AST), the Alkaline Phosphatase (AP), the Gamma Glutamyl Transferase (GGT) and renal integrity and function: Blood Urea Nitrogen (BUN) and Creatinine (CREA). Inside of the study the following values were obtained, where most was inside the reference margins for the

other races of horses: GGT: 12.6 -19.2 U/L, AST: 369.4 - 431.8 U/L, AP: 165.1 - 199.7 U/L, BITO: 1.13 -1.36 mg/dl, BUN: 19.1 - 22.7 mg/dl, CREA: 1.17 - 1.28.

Keys Words: Hepatic test, renal tests, Groups of Feeding, Values.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.1. Planteamiento del problema.

Una de las limitaciones que encontramos en nuestro medio para un adecuado manejo medico es que en algunas ocasiones no se tienen las ayudas diagnosticas suficientes, para evaluar la función e integridad hepática y renal en el caballo Criollo Colombiano ya que no se halla en nuestros medios valores de referencias para una adecuada interpretación cuando se determinan en el laboratorio estas pruebas; por lo tanto los valores de referencia a los que nos remitimos pertenecen a la literatura internacional, basados en caballos de otras razas.

El no tener valores ajustados a nuestra raza de caballos dificulta una correcta interpretación de los resultados aportados por el laboratorio y a su vez el tratamiento a seguir y el pronostico, llevando a el clínico a interpretaciones erróneas, o en algunos casos, a no poder tener como aliado al laboratorio clínico, pues sus resultados no son influyentes ⁽¹⁾.

2.2. Justificación.

Los valores de referencia a los que nos remitimos pertenecen a la literatura internacional, estos tiene en cuenta variables como la raza, altura sobre nivel del mar y otros factores ambientales, los cuales varían fuertemente en nuestro medio, debido a las condiciones tropicales de nuestro país y de Antioquia específicamente ^(1,2,3).

Es un hecho que en medicina veterinaria, el laboratorio clínico es indispensable para realizar la valoración clínica acertada de los pacientes que se presentan diariamente. Los parámetros clínicos patológicos rinden información objetiva en el proceso del diagnostico diferencial, supervisión del tratamiento y formulación del pronóstico de un paciente. Por lo tanto, ante la relativa poca información que se tiene con base al laboratorio clínico para la raza de equinos propia de nuestro país y para proporcionar al clínico ayudas diagnosticas que le permitan un diagnostico más acertado y un buen manejo del paciente, el propósito del presente estudio fue aportar al medio valores para pruebas de funcionamiento hepático y renal en el caballo Criollo Colombiano bajo dos sistemas de alimentación

2.3. Preguntas de Investigación.

- La población de caballos Criollos Colombianos enmarcada dentro del contexto geográfico del cañón del Cauca tendrá los mismos valores para pruebas de funcionamiento e integridad hepática y renal, que los que se reporta en la literatura, basados en caballos de otras razas ?
- En la situación anterior hay influencia de variables como el sexo, la edad y el grupo de alimentación de los animales ?

3. MARCO TEORICO

3.1. Programas exploratorios y perfiles orgánicos

Un programa exploratorio es un conjunto de análisis que sirve para complementar los hallazgos clínicos, para confirmar el estado de salud de un animal aparentemente sano, para descubrir estados patológicos ocultos, o para ayudar en el diagnóstico en los casos en que la sintomatología es inespecífica, lo que no permite establecerlo sin la ayuda de un análisis de laboratorio.

Se entiende por perfil orgánico una combinación lógica de análisis que, tras la obtención de los hallazgos de la exploración clínica, permite reconocer un estado fisiológico o patológico, y aproximarse al correspondiente diagnóstico ⁽⁴⁾.

Con base a lo anterior y con el objetivo del presente estudio se tiene:

3.1.1 El Hígado

El hígado en todas las especies es un órgano de gran importancia ya que realiza varias funciones en el organismo, desempeña entonces un papel central en el mantenimiento de la homeostasis normal a través de sus numerosas funciones. La producción y excreción adecuada de bilis es esencial para la absorción de las grasas dietéticas y de las vitaminas liposolubles. El almacenamiento de glicógeno hepático y la gluconeogénesis son importantes para el tratamiento de la glucemia normal. También es responsable de la producción de los factores de la coagulación, albúmina, fibrinógeno y muchos aminoácidos no esenciales. Teniendo el drenaje venoso del tracto gastrointestinal como su principal fuente de irrigación ⁽⁵⁾, el hígado es un centro de detoxificación y eliminación de diversas sustancias tóxicas ^(4,5,6,7).

Debido a su compromiso en muchos procesos metabólicos, el hígado esta sujeto a la lesión por numerosas infecciones y alteraciones metabólicas y tóxicas. Por fortuna, tiene una gran reserva funcional ya que los hepatocitos tienen una llamativa capacidad regenerativa ^(5,6,8) y puede continuar con sus

funciones en presencia de un daño importante. La insuficiencia hepática y sus signos clínicos asociados no se evidencian hasta que se destruye el 50 al 70% de la masa hepática

Como respuesta al daño hepático se producen numerosas anomalías clínicas patológicas y no hay una prueba diagnóstica única que determine el estado completo del hígado. La determinación segura del estado hepático se logra por medio de una serie de valores que proveen un diagnóstico confiable e información pronóstica ⁽⁵⁾. La medición de los niveles circulantes de productos que normalmente se originan, se excretan por el hígado y la determinación del tiempo de depuración de ciertas sustancias brindan información valiosa respecto a los cambios en la capacidad funcional ⁽⁵⁾. La actividad enzimática hepática sérica proporciona una medida del daño hepatocelular activo ^(5,6,11), la liberación de enzima de los hepatocitos dañados.

Las enzimas que aumentan sus concentraciones en sangre indicadoras de daño hepático se dividen en dos grupos: enzimas hepatoespecíficas y no hepatoespecíficas ⁽¹¹⁾

3.1.1.1 Enzimas hepatoespecíficas:

La evaluación clínica hepática se basa según su función e integridad. Las pruebas enzimáticas útiles que llevan a un diagnóstico de enfermedad hepática en los equinos son: la Sorbitol Deshidrogenada (SDH) y la Gamma Glutamil Transferasa (GGT) ^(9,10,11).

- **Sorbitol Deshidrogenada (SDH):** Es un indicador sensible de la necrosis hepatocelular en los caballos ⁽⁵⁾. Puesto que esta enzima se encuentra exclusivamente en el citoplasma, posee un valor diagnóstico parecido al de la ALT, por lo que en cierto momento se podría utilizar como sustituto de esta enzima en el caballo ^(4,8). Se libera poco después de la agresión del hepatocito y tienen una vida media corta ^(6,9,10,11). Las enzimas de vida media corta hacen que un incremento seriado en su actividad sérica sea un indicador útil de necrosis hepática ^(5,9) pero su concentración decrece cuando la agresión deja de ser progresiva. Desafortunadamente es una enzima inestable en sangre ^(5,6,8,11), además debe ser analizada con 12 horas de colección ⁽¹¹⁾ haciendo entonces que la determinación de esta sea difícil en la práctica ^(5,6,8).

Los valores de referencia para la enzima SDH en caballos según Colahan (1998) son: 206 UI/L; mientras para Kraft y Dürr (2000) son hasta 2 UI/L; según Barton (2007) es menos de 8 UI/L y para Seahorn (2006) son de 30-300 UI/L.

- **Gamma Glutamyl Transferasa (GGT):** Se considera hepatoespecifica debido al incremento de su actividad en sangre cuando se presenta enfermedades del hígado y de los conductos biliares ⁽⁴⁾. Se localiza en la membrana de las células que forman el sistema ductular biliar ^(8,9,10), por lo tanto es un marcador útil de enfermedad biliar en equinos ⁽⁸⁾. Su concentración esta persistentemente elevada tanto en la enfermedad hepática aguda como grave y refleja lesión del tracto biliar ⁽⁶⁾, aunque los aumentos persistentes se ven con bastante frecuencia en la enfermedad hepática crónica. Como la GGT se origina en el tracto biliar, la colestasis induce un aumento constante en su concentración ^(5,11). Se conoce que se encuentra en alta concentraciones en el páncreas, por lo tanto se libera en la pancreatitis, pero esta patología es extremadamente rara en el caballo ^(6,11).

Es una enzima que posee una vida media larga ⁽⁶⁾ cerca de 3 días ^(9,11) y es estable a temperatura por dos días ⁽⁹⁾.

Valores de referencia mencionados por Barton (2007) para la GGT son menos de 30 UI/L; para Colahan (1998) están entre 2-18 UI/L y para Thomas (2007) se encuentra entre 50-140 UI/L.

- **Glutamato Deshidrogenada (GLDH):** Su presencia en sangre indica una lesión en curso; debido a su origen nuclear y al estar ligada a la matriz mitocondrial, su aumento indica una intensa destrucción celular. Si el daño en el hígado afecta en primer lugar a los hepatocitos centrolobulillares (enfermedad hepática secundaria) la GLDH reacciona con gran sensibilidad debido a la alta actividad en la zona centrolobulillar ⁽⁶⁾. Por su alta sensibilidad los aumentos transitorios de hasta 15 UI/L no poseen un especial valor patológico. Es relativamente inestable, incluso más que la SDH y requiere ser analizada poco después de tomar la muestra ⁽⁶⁾; su vida media es de 14 horas ⁽¹¹⁾. Según Kraft y Dürr (2000) los valores de referencia son hasta 8 UI/L.
- **Ornitin Carbamil Transferasa (OCT):** Al igual que la GLDH, la OCT se encuentra en el interior de las mitocondrias, pero principalmente en las zonas periportales de los lobulillos hepáticos. La OCT es una de las enzimas más sensibles en el Caballo. Posee gran importancia por su integración funcional en el ciclo de la urea. Este ensayo es relativamente costoso ⁽³⁾. Los valores de referencia según Kraft y Dürr 2000, son de 8 UI/L.

3.1.1.2. Enzimas no hepatoespecificas:

- **Aspartato Amino Transferasa (AST, antes GOT):** La actividad de la AST se encuentra en muchos tejidos, en particular en el corazón, músculos e hígado ^(4,5,6,8,11). Esta enzima se libera en cuanto se produce

una rotura celular ⁽⁶⁾, ya que se encuentra tanto en el citoplasma como en las mitocondrias, por lo que el aumento de sus niveles en suero delatan necrosis celular. En algunas especies animales (incluido el caballo), en las que la ALT (GPT) no se puede utilizar como indicadora de enfermedades hepáticas, la AST se convierte en un sustituto fiable de la ALT ⁽⁴⁾.

El aumento de la actividad de la AST serica puede ser diagnostico de hepatopatía una vez descartadas las causas no hepáticas ⁽⁵⁾, para tal caso se realiza una comprobación cruzada de la concentración serica de una enzima específica de músculo (el más indicado es la Creatinina Fosfoquinasa; CPK o CK) nos indicara si el origen es probable o no de la musculatura ^(6,8)

Valores de referencia reportados para la AST según Colahan (1998) son entre: 199-441 UI/L; mientras que Kraft y Dürr (2000) reportan valores hasta 300 UI/L; para Graves (2006) se observan valores entre 210-380 UI/L.

- **Fosfatasa Alcalina (AP):** Las fosfatasas hidrolizan el ester fosfórico y producen fosfato inorgánico, están compuestas por numerosas isoenzimas, lo que hace que se encuentren en diferentes tejidos ^(4,8,11) incluyendo: hígado, riñón, intestinos, células blancas, huesos (osteoblastos) y placenta (11). Es una enzima localizada sobre la membrana de los tejidos ya mencionados, pero solo dos son de importancia diagnostica: hepatobiliar y óseo ^(11,12). Cada tejido tiene una isoenzima de AP que puede ser separada por electroforesis ^(8,11).

Con la excepción del animal en crecimiento o el paciente con enfermedad esquelética, la hiperactividad de la AP serica es de origen hepatobiliar. Los aumentos persistentes en la actividad serica de esta enzima ocurren con mayor frecuencia en la enfermedad hepática crónica que involucra obstrucción biliar ⁽⁵⁾. Su aumento en sangre se encuentra asociado con colangitis, cirrosis biliar y obstrucción del conducto biliar ^(11,12).

Algunas hormonas inducen una marcada activación de una isoenzima que posee particularidades que varían en función de la AP hepática. Este proceso podría ser el motivo por el que la AP experimenta un aumento de su actividad durante los tratamientos con corticosteroides, al igual que en el hipercorticismismo natural (síndrome de cushing) y en tratamientos con colestasas. ^(4, 5) y experimenta una marcada disminución en alteraciones intestinales graves, como las producidas por las diarreas. ⁽⁵⁾.

Colahan (1998) tiene como valores de referencia 118-487 UI/L mientras que Kraft, Dürr (2000), los valores son entre 450-650 UI/L y para Graves (2006) los valores son entre 90-295 UI/L.

- **Lactato deshidrogenasa (LDH):** Su aumento en el plasma puede producirse debido a varias enfermedades ⁽⁵⁾, ya que se encuentra ampliamente distribuida en varios tejidos ⁽⁶⁾. La alta actividad se encuentra en hígado, músculo cardíaco y esquelético, eritrocitos, intestinos, corteza renal ⁽¹¹⁾, por lo tanto la prueba específica de su origen hepático requiere posterior análisis de sus isoenzimas derivadas hepáticas LDH₄ y LDH₅ (5,6,7,8,9,10,11). La LDH₅ es un indicador útil de enfermedad hepatocelular en el caballo ⁽⁵⁾. Para emplear esta enzima como elemento diagnóstico en enfermedad hepática se requiere el análisis de sus isoenzimas, por lo tanto es relativamente caro realizarlo ⁽⁶⁾. Tiene una vida media corta y es estable a temperatura durante 48 horas ⁽⁵⁾.

Valores de referencia según Colahan (1998) se encuentra entre: 251-548 UI/L y para Seahorn (2006) los valores van desde 139-450 UI/L.

3.1.1.3. Integridad Hepática:

- **Bilirrubina:** La bilirrubina se forma principalmente en el transcurso de la degradación de la hemoglobina, y en menor medida (hasta el 20 %) de la mioglobina, los citocromos y las catalasas. A continuación se separa el hierro de la hemoglobina y en el SER (bazo, células de Kupffer, médula ósea, en otros tejidos tras una hemorragia) se forma la bilirrubina primaria (bilirrubina I), insoluble en agua y liposoluble. Ésta se unirá a la albúmina para utilizarla como transportadora. La bilirrubina primaria no se puede eliminar por los riñones, por lo que en los riñones se formará como consecuencia de una hemorragia renal o tras reabsorción de la hemoglobina de la orina primaria en el túbulo proximal. La bilirrubina primaria ligada a la albúmina llega con el torrente sanguíneo al hígado, donde entra en contacto con los hepatocitos a través de los sinusoides. Aquí, en la superficie portal de la membrana de los hepatocitos se separa la albúmina y la bilirrubina I es captada por los hepatocitos. En el interior de las células hepáticas se conjuga con ácido glucurónico para formar la bilirrubina-diglucurónido o bilirrubina II, hidrosoluble, que será excretada por los microvilli intactos de la cara canalicular de los hepatocitos y junto con la bilis llegará al intestino delgado ⁽⁴⁾.

El incremento de la concentración plasmática total de bilirrubina imparte una coloración amarilla al plasma en niveles mayores de 1 mg/dl y otros tejidos con más de 2-3 mg/dl. La coloración amarilla de los tejidos se conoce como ictericia. La ictericia ocurre cuando existe una destrucción acelerada de eritrocitos, enfermedad intrahepática primaria

relativamente grave o deterioro del flujo biliar en el colédoco (extraheática) ⁽⁸⁾.

Los incrementos de bilirrubina total también aparecen en diversas enfermedades equinas no relacionadas con una enfermedad hepática primaria, como la hemólisis, compactación cólica y cualquier situación asociada a reducción de ingesta (6). La ictericia por inanición ocurre tras una estimulación de la lipólisis, debida a un insuficiente aporte de energía, aumenta la cantidad de ácidos grasos libres. Que en los hepatocitos compiten con la bilirrubina por las mismas proteínas transportadoras (proteína Y y Z), lo que provoca una hiperbilirrubinemia. Aunque este proceso se presenta en todas las especies, en el caballo es donde se manifiesta más claramente (4,5,12). La hiperbilirrubinemia no conjugada ocurre con predominio en equinos y rumiantes aun en asociación con obstrucción ductal biliar extrahepática ⁽⁸⁾. La vitamina k y ciertas drogas también pueden impedir la conjugación de la bilirrubina.

A menudo, la fracción conjugada representa una porción más pequeña de la bilirrubina total del caballo, en comparación con otras especies. Aunque una concentración de esta fracción superior al 25% del total indica colestasis, aun en obstrucciones biliares completas no suele exceder el 50% del total ^(5,11,12).

La hiperbilirrubinemia asociada con insuficiencia hepática aguda alcanza concentraciones superiores a los 10 mg/dl. Es de esperar un mayor aumento no proporcional de la fracción no conjugada, pero la concentración de la forma conjugada puede aumentar debido a una obstrucción intrahepática. La concentración de bilirrubina total aumenta en la insuficiencia hepática aguda por la disminución de su captación, conjugación y excreción, y el aumento de la producción del grupo hemo debido a una mayor destrucción eritrocitaria. Los caballos que padecen insuficiencia hepática crónica presentan una elevada concentración de bilirrubina total. Sin embargo, los aumentos son variables y a menudo, menores que con las enfermedades agudas. Aun cuando en una enfermedad hepática crónica no aumente la bilirrubina total, la relación entre la concentración de la fracción conjugada con la bilirrubina total se encuentra notablemente aumentada, cambio que es importante desde el punto de vista diagnóstico ⁽⁴⁾

Al observar valores de referencia para Kraft y Dürr (2000) existen grandes diferencias entre razas de caballos, ya que el Pura sangre tiene valores hasta 3,5 mg/dl; los caballos deportivos hasta 3,1 mg/dl y los caballos de trabajo tienen valores hasta 1,9 mg/dl; mientras que para Colahan (1998) los valores de referencia para la bilirrubina total son de 0,7-2,8 mg/dl; para Graves (2006) los valores se encuentran entre 0,1-

2,1 mg/dl, un rango parecido al descrito por Seahorn (2006) donde los valores se encuentran entre 0,5-2,2 mg/dl.

3.1.2. El Riñón.

Los riñones excretan los productos de desecho del metabolismo tisular (excepto el anhídrido carbónico) y mantiene la homeostasis del metabolismo de líquidos y electrólitos, incluido el equilibrio ácido básico, mediante la excreción selectiva de estas sustancias. El riñón mantiene la homeostasis variando el volumen de agua y la concentración de solutos en la orina ^(7,15,16). Los factores más importantes que afectan el funcionamiento renal son composición de la sangre, tensión arterial, acciones de algunas hormonas y el sistema nervioso autónomo ⁽¹⁵⁾.

Algunas enfermedades del riñón, y en algunos casos de los uréteres, la vejiga y la uretra, reducen la eficiencia de las funciones del riñón dando lugar a alteraciones de la homeostasis de proteínas, ácido básico, de solutos y agua, y de la excreción de productos de desecho metabólicos. Una pérdida de la función parcial se describe como insuficiencia renal. Cuando los riñones ya no pueden regular la composición de los líquidos corporales y los solutos, se produce el fallo renal ⁽¹⁷⁾.

Los análisis de función renal evalúan la capacidad funcional del riñón y, en general, valoran el flujo sanguíneo de los riñones, la filtración glomerular y la función tubular. Estos análisis dependen de que se realicen en sangre, en orina, o en ambas ⁽¹⁷⁾.

Los análisis en sangre valoran la acumulación, en casos de insuficiencia renal, de metabolitos normalmente excretados por el riñón o la excreción de sustancias endógenas por el riñón. Las determinaciones de urea y creatinina en sangre son componentes esenciales de una evaluación del sistema urinario. Estos parámetros en sangre suponen estimaciones sencillas de filtrado glomerular. Las concentraciones en sangre de urea y creatinina no aumentan de forma apreciable por encima del límite normal hasta que se destruye el 60-75% de las neuronas. En las concentraciones de urea y creatinina en sangre influyen el flujo sanguíneo de los riñones y pueden estar aumentadas en la uremia prerrenal. Tienen también el inconveniente de que sus niveles en sangre pueden variar con la tasa de catabolismo de las proteínas y no depende sólo de la función renal ⁽¹⁷⁾.

3.1.2.1. Funcionamiento e Integridad Renal:

- **Nitrógeno Ureico (BUN) o Urea:** La concentración de Urea comúnmente se reporta como Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN), y ocasionalmente como Nitrógeno Ureico Serico (SUN), o concentración de Nitrógeno Ureico (UN) ^(12,16).

La urea se sintetiza en el hígado a partir del amoníaco. Se puede considerar como el metabolito excretado en la digestión de las proteínas, que en una situación normal se eliminará a través del riñón ⁽⁴⁾.

Dos grandes procesos alteran la concentración de la urea en el suero; estos son la tasa de síntesis de urea por los hepatocitos y la tasa de aclaración de la urea por los riñones. La tasa de síntesis de urea depende de forma primaria de la función hepática y está influenciada por alteraciones en la dieta a base de proteína o su catabolismo. La tasa de aclaración renal de la urea depende de la tasa de filtración glomerular y de la tasa de resorción de urea por los túmulos renales ⁽¹²⁾.

Los niveles de BUN se usan para evaluar la función renal basada en la habilidad del riñón de remover desechos nitrogenados de la sangre. En animales sanos, la urea es filtrada del plasma por el glomérulo renal. Alguna urea regresa a la sangre a través de los túbulos renales pero la mayoría se excreta en la orina. Si el riñón no está funcionando apropiadamente, no se remueve suficiente urea del plasma, llevando esta al aumento de los niveles de BUN ⁽¹⁸⁾. Si tras una insuficiencia renal sus niveles en sangre aumentan significativamente también se eliminará a través de las mucosas del tracto gastrointestinal, siendo disociado en amoníaco tóxico, por las bacterias productoras de ureasas ⁽⁴⁾.

Muchos factores no renales pueden alterar la concentración de BUN independiente de cambios en la tasa de filtración glomerular ⁽¹⁹⁾. La mayoría de las enfermedades renales afectan la excreción de urea; de tal manera que los niveles de BUN en la sangre aumentan; asimismo, los pacientes con deshidratación o sangrado en el estómago y/o los intestinos también pueden tener niveles de BUN anormales. Un gran número de medicamentos afectan también el BUN, ya que compiten con éste para ser eliminados a través de los riñones ⁽⁴⁾. Las drogas que pueden aumentar la medición del nivel BUN incluyen: alopurinol, aminoglicósidos, cefalosporinas, hidrato de cloral, cisplatina, furosemida, guanetidina, indometacina, metotrexato, metildopa, drogas nefrotóxicas (por ejemplo, aspirina en altas dosis, amfotericina B, bacitracina, carbamazepina, colisticina, gentamicina, meticilina, neomicina, penicilamina, polimixin B, probenecida, vancomicina), propranolol, rifampicina, espironolactona, tetraciclinas, diuréticos tiazídicos y triamtereno; mientras que los fármacos que pueden disminuir los niveles de BUN incluyen cloranfenicol y estreptomina ⁽⁴⁾.

Valores de referencia para el BUN según Meyer (1998) van desde 12-26 mg/dl y 4.3 a 9.3 mmol/l; mientras para Kraft y Dürr (2000) van desde 9-23 mg/dl o 3.2-8.2 mmol/L, para Seahorn (2006) los valores de BUN se encuentran entre 13-29 mg/dl y para Graves (2006) los valores son: 11-31 mg/dl.

- **Creatinina:** Es un producto del metabolismo muscular endógeno. Se forma a partir de la creatina y la fosfocreatinina. La mayor parte de la creatinina que se puede encontrar en la orina se filtra en los glomérulos. La concentración en suero está en relación con la masa muscular del individuo, y con las características de cada raza (especialmente en el caballo). A diferencia de la urea, la creatinina es independiente de la alimentación ⁽²¹⁾ y no está influida por el metabolismo proteico endógeno. Por ello no es aparentemente “normal” en casos de deficiencias alimentarias y no se puede reducir con medidas dietéticas. Debido a lo anterior la determinación de su concentración en suero es más segura para realizar el seguimiento de animales en tratamiento. Puesto que esencialmente sólo se filtra a nivel glomerular, la creatinina fundamentalmente permite valorar su función ^(3,21)

Valores de referencia para la Creatinina según Seahorn (2006) van desde 1,0-2,2 mg/dl, mientras que para Graves van desde 0,8-1.8 mg/dl, valores iguales a los reportados por Kraft, Dürr (2000) 0,8-1,8 mg/dl.

4. HIPÓTESIS

Las pruebas hepáticas y renales en el caballo se afectan de manera estadísticamente significativa teniendo en cuenta variables como: el sexo, la edad y grupo de alimentación de los animales.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Determinar valores para pruebas de funcionamiento e integridad hepática y renal frecuentemente utilizadas en el caballo Criollo Colombiano en algunos municipios pertenecientes al cañón del Cauca y relacionar los valores bajo dos sistemas de alimentación.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar los valores para pruebas de función e integridad hepática y renal en los caballos Criollos Colombianos en algunos municipios pertenecientes al cañón del Cauca.
- Comparar los valores obtenidos durante el estudio con valores de referencia establecidos por otros autores.
- Establecer diferencias en los resultados obtenidos de acuerdo a los dos sistemas de alimentación aplicados en este trabajo.
- Establecer diferencias en los resultados obtenidos de acuerdo al sexo y la edad de los animales.

6. METODOLÓGIA.

6.1 Localización Geográfica.

La población equina Criolla Colombiana utilizada en este trabajo era perteneciente a: Venecia, La Pintada, Bolombolo e Irra, municipios ubicados dentro del cañón del Cauca, este poseen una temperatura promedio de 27 ± 2 grados centígrados y una altura promedio sobre el nivel del mar de 825 metros.

6.2 Tipo de Investigación.

Se realizó un estudio descriptivo de tipo observacional y de corte transversal.

6.3 Población de Estudio.

Teniendo en cuenta un nivel de confianza del 99.7% y un error estándar del 10% con una población finita de equinos clínicamente sanos, nos da un tamaño de muestra de 160 equinos, los rangos de edad se trabajaron por sistema de muestreo aleatorio sistemático con fijación óptima donde se incluyó los equinos con edades entre los 9 y los 144 meses, en donde los animales del Grupo 2 de alimentación debieron haber consumido un alimento concentrado hace más de 4 meses.

Los individuos se seleccionaron de fincas ubicadas en municipios dentro del Cañón del Cauca.

Se estudiaron dos grupos los cuáles están conformados de la siguiente manera:

Grupo 1: animales que se encontraban con una dieta a base de pasto verde, agua y melaza.

Grupo 2: animales que se encontraban en una dieta con pasto verde, agua, melaza y un alimento concentrado comercial como único suplemento.

6.4 Método Estadístico.

La información suministrada por el laboratorio se consignó en Excel para su evaluación estadística con Statgraphics versión 5.1.

Los resultados arrojados por el programa estadístico Statgraphics versión 5.1 muestra varios cuadros para cada enzima, como son: el Análisis de varianza, para establecer si existe una diferencia significativa entre los tratamientos o

factores como sexo de los animales, la edad y el grupo alimenticio al que pertenecen; lo cual se respalda por $p - \text{value} < 0.05$. La Tabla de mínimos cuadrados con intervalos de confianza del 95% sirvió para extraer los valores promedios así como sus límites de confianza inferior y superior.

6.4.1 Variables a Evaluar.

Prueba de Funcionamiento hepático:

- Bilirrubina Total.

Prueba de Integridad hepática:

- Aspartato amino transferasa (AST)
- Fosfatasa alcalina (AP)
- Gamma glutamil transferasa (γ -GT o GGT)

Pruebas de funcionamiento e integridad renal:

- Creatinina
- Nitrógeno Ureico (BUN) o Urea.

6.5 Técnicas de Recolección de la Información

Todos los animales muestreados se encontraban en ayunas (mínimo de 8 horas), se les extrajo sangre de la vena yugular, por medio de una aguja vacutainer y depositada en un tubo con vacío, tapa roja, el cual indica que no posee anticoagulante, cada tubo utilizado fue marcado con la identificación del animal, puesto en refrigeración y posteriormente enviado al laboratorio.

6.6. Técnicas y Protocolos de Análisis de las Muestras

6.6.1. Métodos de Laboratorio.

6.6.1.1. Aspartato Amino Transferasa (AST):

MÉTODO: Colorimétrico.

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

MODO DE ANÁLISIS: Cinética monoreactiva.

REACTIVOS:

- Aspartato
- 2- Oxoglutarato
- Oxalacetato.
- Glutamato
- NADH+ H+
- MDH

REACCIÓN: Aspartato + 2-Oxoglutarato $\xrightarrow{\text{AST}}$ Oxalacetato + Glutamato

Oxalacetato + H⁺ $\xrightarrow{\text{MDH}}$ Malato + NAD⁺

La determinación fue controlada mediante control valorativo nivel I (suero control) Biosystems.

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus.

6.6.1.2. Fosfatasa Alcalina (AP):

MÉTODO: Colorimétrico.

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

MODO DE ANÁLISIS: Cinética monoreactiva.

REACTIVOS:

- 4-Nitrofenil fosfato.
- AMP

REACCIÓN: 4-Nitrofenil fosfato + AMP $\xrightarrow{\text{AP}}$ AMP- fosfato + 4-Nitrofenol

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus.

6.6.1.3. Gamma Glutamil Transferasa (GGT):

MÉTODO: .

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

MODO DE ANÁLISIS: Cinética monoreactiva.

REACTIVOS:

- Glicilglicina
- γ -Glutamil-3-carboxil-4-nitroanilida

REACCIÓN: γ -Glutamil-3-carboxil-4-nitroalanina + Glicilglicina $\xrightarrow{\gamma\text{GT}}$
 γ -Glutamil – glicilglicina+3-carboxo-4- nitroanilina

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus

6.6.1.4. Bilirrubina Total:

MÉTODO:

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

MODO DE ANÁLISIS: Punto final monoreactiva.

REACTIVOS:

- 1 Nitrito sódico.
- 1 Acido sulfanílico/HCL/aceleradores.
- Ceftrimida

REACCIÓN: La bilirrubina total (conjugada y no conjugada) reacciona en medio ácido con el ácido sulfanílico diazotano, en presencia de aceleradores formando un azocompuesto de color azul.

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus

6.6.1.5. Creatinina:

MÉTODO: Colorimétrico.

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

MODO DE ANÁLISIS: Tiempo fijo monoreactiva.

REACTIVOS:

- Acido picrico.
- Hidróxido de sodio

REACCIÓN: La creatinina presente en la muestra reacciona con el picrato en medio alcalino originando el complejo coloreado. Se mide la velocidad de formación de dicho complejo.

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus

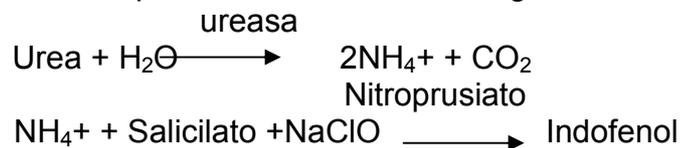
6.6.1.6. Urea en sangre:

MÉTODO: Colorimétrico.

CONDICIONES DEL PACIENTE: Ayuno de 8 horas.

MUESTRA: Suero.

REACCIÓN: La Urea presente en la muestra origina un indofenol coloreado.



Reactivos: Agua, Ureasa, Salicilato, NaClO, Nitroprusiato.

EQUIPO UTILIZADO: Essprex Plus

6.7. Control de Errores y Sesgos.

Para garantizar mayor confiabilidad en la información suministrada por los dueños se revisó el registro de los animales existente en la finca, además de un análisis semiológico y exploración clínica.

El análisis de las muestras fueron realizadas en el laboratorio clínico veterinario del Instituto Colombiano de Medicina Tropical (ICMT), perteneciente a la universidad CES.

6.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de de los Datos.

Todas las muestras fueron separadas por centrifugación a 4.000 rpm para obtener el suero, posteriormente, analizadas como se describe en cada una de las técnicas. La información suministrada por el laboratorio se consignó en Excel, donde se incluía: fecha y lugar de toma del muestreo; nombre o número como era identificado el animal, nombre de la finca, sexo, edad, y los resultados individuales de cada uno de los analitos, luego se realizó una clasificación por edades, sin importar sexo, grupo o lugar de procedencia.

Luego se utilizó el programa estadístico Statgraphics versión 5.1 para obtener los resultados.

7. CONSIDERACIONES ETICAS.

- Los propietarios de los equinos que aportaron las muestras firmaron un consentimiento informado, aceptando la participación en la investigación.
- La investigación se clasifica como de riesgo mínimo.
- Se tuvo en cuenta las consideraciones escritas en la ley 84 del 27 de Diciembre de 1989, por la cual se adopta el estatuto nacional de protección de los animales y se crean una contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Con respecto a esta ley se hizo especial énfasis en no incurrir en el artículo 6 referente al tema de crueldad para con los animales.
- En ningún momento las prácticas fueron buscando el desarrollo de destrezas manuales, el interés de la investigación es científicamente comprobable.
- Se muestrearon animales clínicamente sanos.
- Se procuró no generar dolor a los equinos utilizados para esta investigación.
- Para el sangrado se utilizó aguja vacutainer por animal.
- Todo el material corto punzante se depositó en guardianes.

8. RESULTADOS.

En el anexo Tabla 1 se encuentran todos los animales muestreados que en su totalidad son: 160 equinos clínicamente sanos, de los cuales 52 animales son machos y 108 son hembras; 72 equinos pertenecen al grupo 1 y 88 pertenecen al grupo 2, la clasificación por edades (la cual está dada en meses) arrojó 4 grupos:

Edad grupo 1 (E1): 9 meses a 38 meses.

Edad grupo 2 (E2): 40 meses a 60 meses.

Edad grupo 3 (E3): 72 meses a 120 meses.

Edad grupo 4 (E4): 144 meses.

La siguiente agrupación surgió, de un análisis de Cluster, buscando ciertas homogeneidades conceptuales y también de cantidad de miembros por cada grupo, que posibilitara análisis como tablas de contingencia, separación en factores, etc.

Cada uno de los grupos cuenta con el siguiente número de animales:

Edad grupo 1 (E1): 44 equinos.

Edad grupo 2 (E2): 49 equinos.

Edad grupo 3 (E3): 34 equinos.

Edad grupo 4 (E4): 33 equinos.

Aunque los parámetros son desiguales en el número de animales, el número de muestras es suficiente para dar resultados confiables.

Los valores hallados en este estudio para cada una de las enzimas se compararon con los valores de referencia descritos por Meyer y Harvey (2000) que son los utilizados por el laboratorio clínico veterinario del Instituto Colombiano de Medicina Tropical (ICMT), perteneciente a la universidad CES.

8.1 Pruebas de Integridad Hepática:

Los resultados encontrados en este estudio para la enzima **Gamma Glutamil Transferasa (GGT)** muestran los siguientes valores: 12.68 – 19.21 U/L, y al separar los resultados por grupo se encontró que en el Grupo 1 los valores fueron: 14.14 – 19.7 U/L, y para el Grupo 2 los valores van de: 12.26 - 17.66 U/L.

Con relación al sexo de los animales, al dividir la población se encuentra que en los machos tiene valores de: 12.38 - 18.8 U/L y para las hembras los valores van desde 14.02 -18.57 U/L, con respecto a la edad los valores obtenidos fueron grupo E1: 10. 42 17.6 U/L, grupo E2: 10.25 – 17.2 U/L, grupo E3: 16.15 – 24.26, Grupo E4: 11.77 – 19.87 U/L (ver anexo Tabla 3).

Los valores encontrados en este estudio para la enzima **Aspartato Amino Transferasa (AST)** son: 369.428 U/L – 431.810 U/L. Con relación a los grupo de alimentación, los resultados para el Grupo 1: 398.71 - 444.65 U/L y para el Grupo 2: 350 - 409.09 U/L.

Según el sexo de los animales, para las hembras se tiene valores de referencia entre: 369.6 – 407.46 U/L y para los machos: 380 – 444.97 U/L. Con relación a la edad, se encontraron los siguientes valores, grupo E1: 376.46 – 437.46 U/L, E2: 337.69 – 400.87 U/L, E3: 355.15 – 457.20 U/L, E4:387.35 – 452.68 U/L.

En la Tabla 5 se observa los valores dados al realizar las interacciones entre los factores o tratamientos: sexo, edad y grupo de alimentación.

Existe una interacción positiva y significativa ($p < 0.05$) entre el sexo y el grupo de los animales AC (ver anexos Tabla 5 y Grafica 1). Las hembras del Grupo 1 tiene valores entre los 350,026 - 404,829 U/L y las hembras del Grupo 2 tienen valores entre los 373,666 - 425,736 U/L, esto muestra que entre las hembras de distintos grupos de alimentación no existe diferencia significativa. Los valores para los machos del Grupo 1 se encontraron entre 429,076 - 502,807 U/L y para los del Grupo 2 los valores fueron 306,362 - 412,45 U/L, mostrando que para los machos de distintos grupos de alimentación si se observa una diferencia significativa, ya que difieren tanto en el limite inferior como superior, además al comparar los distintos sexos (hembra – macho) del mismo grupo de

alimentación (G1 ó G2), los valores encontrados son distintos (ver anexo Tabla 5)

En la enzima **Fosfatasa Alcalina (AP)** se encontró en el estudio los siguientes valores: 165.178 – 199.773 U/L. Con relación a los grupos, en el Grupo 1 los valores obtenidos fueron: 181.9 – 207.38 U/L y para el Grupo 2: 153 – 186.68 U/L.

Según el sexo de los animales se encontró que para las hembras los valores van desde: 174 – 195 U/L y para los machos los valores van de: 162.43 - 198.25 U/L. Con relación a la edad encontramos los siguientes valores, grupo E1:190.5 – 224.4 U/L, grupo E2: 158.8 – 193.9, grupo E3:144.5 – 201.1U/l, grupo E4: 155.06 – 191.29 U/L

Para la enzima Fosfatasa Alcalina la interacción sexo – grupo (AC) es la de mayor relevancia ($p < 0.05$) (ver anexo Tabla 6).

Los valores para las hembras del Grupo 1 son: 170,552 - 200,943 U/L mientras que los valores para las hembras del Grupo 2 fueron: 169,031 - 197,907 U/L no mostrando una diferencia para las hembras de los distintos grupos de alimentación, pero se observa una diferencia entre los machos de los diferentes grupos de alimentación, ya que para los machos del Grupo 1 los valores van desde: 183,113 - 224,001 U/L y para los machos del Grupo 2 los valores fueron: 127,715 - 186,547 U/L. Si se compara los sexos (hembra – macho) del mismo grupo de alimentación (G1 ó G2), los valores encontrados también son diferentes.

8.2. Prueba de Funcionamiento Hepático:

Para la **Bilirrubina Total (BITO)**, los valores encontrados en el estudio van desde: 1.137 – 1.362 mg/dl.

Según los grupos de alimentación, se tiene que para el Grupo 1 los valores van desde: 0.84 – 1.03 mg/dl y para el Grupo 2 los valores van desde: 1.46 -1.65 mg/dl.

Con relación al sexo, las hembras tienen valores de: 1.03 - 1.19 mg/dl y los machos tienen valores de: 1.27 - 1.49 mg/dl, se observa una diferencia en los rangos obtenidos, mostrando una mayor concentración en los valores de los machos.

En la tabla de análisis de varianza para la Bilirrubina Total (ver anexo Tabla 8) existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) para el sexo de los animales y el grupo de alimentación al que pertenece.

En los resultados obtenidos según la edad de los animales muestran los siguientes valores, E1: 1.185 – 1.432 mg/dl, E2: 1.096 – 1.335 mg/dl, E3: 1.194 – 1.476 mg/dl, E4: 1.00 – 1.27 mg/dl.

Pero al realizar las interacciones entre variables, no se encuentra ninguna diferencia (ver anexo Tabla 9).

En el anexo Grafica 3, se observa la diferencia significativa entre los dos grupos de alimentación con la Bilirrubina Total.

8.3. Pruebas de Funcionamiento e Integridad Renal:

Para el **BUN** los valores encontrados en el estudio van desde: 19.138 – 22.778 mg/dl, Según los grupos, se tiene para el Grupo 1 valores entre: 21 - 24 mg/dl y para el Grupo 2 valores desde: 17 - 20 mg/dl. Con relación al sexo, las hembras tiene valores desde: 18.8 – 21.4 mg/dl y para los machos valores de: 19.9 – 23.5 mg/dl, observándose valores mayores para los machos.

Los resultados obtenidos para el **BUN** según la edad muestran los siguientes valores, grupo E1:17. 75 – 21.74 mg/dl, grupo E2:19.96 – 23.83 mg/dl, grupo E3: 19.74 – 24.29 mg/dl, grupo E4: 17.91 – 22.41 mg/dl.

Para el **BUN** se encuentra una diferencia significativa ($p < 0.05$) para los grupos de alimentación (anexo Tabla 11).

En el anexo Grafica 4 se observa que no existe interacción entre los dos grupos de alimentación, ya que sus valores son distintos.

Los valores obtenidos en el estudio para la **Creatinina (CREA)** son: 1,176 – 1,284, mg/dl. Según los grupo de alimentación, se tiene que para el Grupo 1 los valores van desde: 1.12 – 1,22 mg/dl y para el Grupo 2 los valores son de: 1.24 – 1.32 mg/dl. Según el sexo, las hembras tienen valores de: 1.09 - 1.17 mg/dl y para los machos los valores van de: 1.27 – 1.37 mg/dl, observándose una mayor concentración en el rango.

Con relación a la edad, se observa valores para el grupo E1 de: 1.19 – 1.31 mg/dl, para el grupo E2 los valores son: 1.21- 1.32 mg/dl para el grupo E3: 1.20 – 1.33 mg/dl y para el grupo E4: 1,06 – 1.19 mg/dl.

Para la **Creatinina (CREA)** se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tres factores: sexo, edad y el grupo de alimentación.

Existe diferencia significativa entre las variables según $p < 0.05$ más no se encuentra interacción entre los factores.

En los anexos Graficas 5, 6 y 7 se muestra que los valores de referencia para cada uno de los factores son diferentes y no tienen interacción.

9. DISCUSIÓN.

Para la enzima **GGT** los resultados obtenidos de 12.68 – 19.21 U/L al compararlos con los valores según Meyer y Harvey (2000) de: 2 - 18 U/L, y Barton (2007) de: menos de 30 U/L, se observa que los valores obtenidos son similares a los valores de referencia reportados en la literatura, lo cual indica que esta enzima no se encuentra afectada por los factores evaluados como la raza de los caballos, el grupo de alimentación, la edad y el sexo.

Para la **AST** los valores obtenidos en el estudio van de: 369.42 – 431.81 U/L comparándolos con Meyer y Harvey (2000): 199 - 441 U/L y Graves (2006) que muestra valores entre 210 y 380 U/L. no se observa diferencia significativa al ser comparados con la literatura.

Se observo en el estudio que existe una diferencia entre los grupos de alimentación, en donde el Grupo 1 muestra valores más altos de: 398.71 – 444.65 U/L. Esta diferencia puede obedecer a la mayor actividad física que tiene los animales del Grupo1, ya que la mayoría de estos son animales de trabajo (vaquería) y se encuentran en pastoreo.

Es importante anotar que la mayor actividad física de los animales provoca un mayor derrame de esta enzima debido a su localización muscular. Además, el análisis de varianza muestra una diferencia significativa ($p < 0.05$) al observar la interacción sexo por grupo (AC), en donde la diferencia encontrada entre los machos y las hembras, encontrándose en los primeros una mayor concentración entre los valores, podría explicarse, teniendo en cuenta que los machos poseen una mayor masa muscular y generalmente son mas activos.

La diferencia encontrada según la edad de los animales (E3 y E4) sugiere estos se encuentran en constante actividad, con respecto a la edad se observa en el grupo de edades E3, animales de 72 meses a 120 meses, valores desde 16.15-24.16 U/L, sin embargo la diferencia no es muy significativa (ver anexo Tabla 3)

La **Fosfatasa Alcalina (AP)** es una enzima que se encuentra en diferentes tejidos por lo tanto la actividad de esta podría estar aumentada y no estar indicando un proceso patológico, los valores encontrados en el estudio fueron de: 165.17 – 199.77 U/L, comparándolos con los descritos por Meyer y Havey (2000) de: 118 - 487 U/L, se presentó un rango de referencia más estrecho y una concentración menor lo cual podría ser de utilidad al evaluar el comportamiento de la enzima cuando nos encontramos ante una enfermedad hepática, no obstante hay que mencionar que valores altos en sangre podría obedecer a causas extrahepaticas.

Al observar las diferencias en esta enzima con relación a los grupos de alimentación, nos encontramos que el Grupo 1 181.9 – 207.38 U/L, posee valores más altos, esto podría deberse a que estos animales se encuentran en pastoreo, por lo tanto se desplazan constantemente en busca de alimento por lo tanto tienen mayor actividad que los del Grupo 2, además también realizan más actividad de trabajo ya que estos animales en su mayoría son de vaquería a diferencia de los demás que son animales destinados para paseo; por esta misma razón se observa una diferencia significativa en la interacción sexo grupo.

Según la edad los animales del grupo E1 con valores de 190.57 – 224.43 U/L muestran una mayor concentración de la enzima, esto podría explicarse como se mencionó anteriormente que esta enzima tiene múltiples localizaciones, pero la mayor concentración de ella proviene de hígado y hueso, los animales del grupo E1, son animales jóvenes que aun se encuentran en crecimiento y en ellos se observa mayor actividad de la AP.

Para la **Bilirrubina Total (BITO)** encontramos los siguientes valores: 1.137 – 1.362 mg/dl mientras que los valores descritos por Meyer y Harvey (2000) son entre 0.7 - 2.8 mg/dl, para Graves (2006) los valores se encuentran entre 0.1 - 2.1 mg/dl. Se presenta que existen unos valores más estrechos y una menor concentración para el límite superior en los valores encontrados en este estudio.

Se observó una diferencia significativa con relación a los grupos de alimentación, donde el Grupo 1 tiene valores de: 0.84 – 1.83 mg/dl, y el Grupo 2: 1.46 – 1.65 mg/d, encontrándose una mayor concentración en los valores de bilirrubina en el grupo 2 con respecto al grupo 1, sugiriendo así que la bilirrubina tiene una mayor participación en el metabolismo cuando los animales se encuentran alimentados con concentrado, es importante mencionar que algunos componentes del alimento concentrado son de carácter liposoluble, sustancias en donde la bilis tiene una importante participación en el momento de la absorción, lo que explicaría la mayor concentración de bilirrubina en estos animales.

El requerimiento energético de los machos por su alta actividad metabólica, un alto consumo de oxígeno y un mayor desgaste y producción de glóbulos rojos, generan una mayor concentración de los niveles de bilirrubina en sangre.

Según las edades, encontramos que los grupos E1 y E3 muestran una mayor concentración en el límite superior comparado con el resto de las edades, E1: 1.18 – 1.43 mg/dl y E3: 1.19 - 1.47 mg/dl. Los caballos jóvenes que en su mayoría se encuentran en el grupo E1 y los animales que se encuentran en el grupo E3 tienen mayor requerimiento energético, cuando esto sucede los ácidos grasos liberados para el aprovechamiento energético compiten con la

bilirrubina e impiden la captación adecuada de esta por parte de los hepatocitos, provocando una mayor concentración de bilirrubina en sangre y estos animales parecen ser susceptibles al ayuno que se requirió para este estudio, presentando un estado de hiperbilirrubinemia.

La diferencia significativa observada de acuerdo al sexo de los animales se ve afectada debido a que esta interacción no discrimina los sexos por grupo de alimentación.

Para el **BUN** los valores obtenidos fueron: 19.138 – 22,178 mg/dl, mientras que los valores descritos por Meyer y Harvey (2000) van entre: 9 - 23 mg/dl; presentándose un rango más estrecho, sobre todo en el límite inferior, para los valores encontrados en este estudio.

Se observa una diferencia significativa con relación a los grupos, donde el Grupo 1 tiene valores de: 21 – 24 mg/dl niveles mayores con respecto al Grupo 2. Como se ha mencionado, el BUN es formado por la degradación de las proteínas y aunque el Grupo 1 no es suplementado con concentrado, que posee alta cantidad proteica su nivel de BUN se encuentra aumentado, probablemente a la no biodisponibilidad proteica que tienen los animales suplementados con concentrado esto debido probablemente a que los animales no suplementados tengan que biodegradar mayor las proteínas consumidas y generar mayor compuestos nitrogenados repercutiendo en una mayor concentración de urea.

La urea es un producto no solo del metabolismo de las proteínas adquirida en la alimentación si no también un producto del metabolismo endógeno de las mismas, por esta razón se podría encontrar mayores concentraciones en aquellos animales en los cuales tengan una mayor masa muscular y actividad como se presenta en los machos de este estudio y en los integrantes del grupo E3, los cuales tienen un valor mas alto: 19.74 – 24.29 mg/dl ya que se encuentra en mayor actividad, por estar en una edad productiva.

Los valores obtenidos para la **Creatinina (CREA)** son: 1.166 – 1.284 mg/dl mientras que los descritos por Meyer y Harvey (2000) son: 0.8 – 1.8 mg/dl, para Seahorn (2006) los valores van desde 1 – 2.2 mg/dl, se muestra un rango más estrecho y una concentración menor en el limite superior comparando los resultados con los de la literatura.

La creatinina es un compuesto nitrogenado que se origina endogenamente a partir de la transformación no enzimático de creatina y es filtrada libremente en el glomérulo y no hay reabsorción tubular.

En este estudio se puede observar al comparar los dos grupos de alimentación, que el Grupo 1 tiene los siguientes valores: 1.12 – 1.22 mg/dl y el Grupo 2 que tiene los siguientes valores: 1.24 – 1.32 mg/dl, mostrando el grupo 1 una

menor concentración de creatinina debido a que el número de hembras del grupo 1 es mayor que las del grupo 2 observándose así una diferencia significativa entre estos grupos.

La reserva de creatinina esta relacionada con el tamaño de la masa muscular, por esta razón los machos, por poseer mayor masa muscular tiene mayor concentración de creatinina en sangre que las hembras, y en general los animales con menor masa muscular poseen menor concentración de creatinina, como se observa en el estudio con los equinos pertenecientes al grupo E4.

10. ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1. Datos generales de los dos grupos de animales de acuerdo a la alimentación y su clasificación por rango en edades.

Identificación	Finca Origen	Grupo	Sexo	Edad	GGT	AST	AP	BI TO	BUN	CREA	Rango
La Idolatria	LA PALMA	2	H	9	14	312	297	1,24	22,98	1	E1
La Mucura	LA PALMA	2	H	10	16	403	257	1,6	21,97	1,18	E1
La Mentira	LA PALMA	2	H	11	8	338	189	1,27	13,39	0,93	E1
La Tempestad	LA PALMA	2	H	11	6	429	324	1,23	21,07	1,09	E1
El libro	LA PALMA	2	M	12	9	405	244	1,44	23,18	1,37	E1
Testimonio	LA PALMA	2	M	15	13	377	171	1,76	19,87	1,17	E1
La Benéfica	LA PALMA	2	H	20	19	341	177	1,27	20,76	0,96	E1
Cruzmedia	LA CARTUJAN A	2	M	20	10	497	188	1,04	25	1,45	E1
La Volanta	LA PALMA	2	H	20	13	331	260	1,43	22,17	1,07	E1
La Reina Juliana	LA PALMA	2	H	20	9	401	189	3,02	18,91	1,02	E1
La ruana	ORO NEGRO	1	M	24	19	622	194	1,66	38	1,42	E1
nariz de loro	ORO NEGRO	1	M	24	15	547	274	1,47	26	1,39	E1
Moro rosado	ORO NEGRO	1	M	24	10	324	230	1,13	28	1,41	E1
Millonaria	LA PALMA	2	H	24	14	386	180	1,92	20,87	1,14	E1
Maria bonita	LA CARTUJAN A	2	H	25	19	453	186	1,62	9	1,43	E1
Adonai	LA CARTUJAN A	2	M	26	22	619	246	1,09	5	1,32	E1
Estampa	LA PALMA	2	H	26	17	353	241	1,9	21,94	1,28	E1
Futurista	LA PALMA	2	M	26	11	334	213	1,34	22,11	1,21	E1
Trueno	LA PALMA	2	M	26	11	356	262	2,17	18,31	1,3	E1
Maria Magdalena	LA CARTUJAN A	2	H	28	12	413	175	1,06	12	1,26	E1
Hechiza	LA PALMA	2	H	28	21	391	241	1,78	18,27	1,28	E1
Temporada	LA PALMA	2	H	30	10	369	173	1,95	16,62	1,31	E1
Onix	LA PALMA	2	M	30	12	345	166	1,58	16,22	1,4	E1
Hechicera	LA CARTUJAN A	2	H	32	10	439	180	1,16	10	1,3	E1
La pirata	TUNEZ	1	H	33	15	364	220	0,76	16,8	1,26	E1
Mandarina	LA PALMA	2	H	34	20	441	183	1,23	17,03	1,3	E1
Marinera	LA PALMA	2	H	36	19	413	174	1,18	13,19	1,25	E1
11	TUNEZ	1	H	36	10	270	140	0,64	24,2	1,2	E1
Medialuna	LA CARTUJAN A	2	H	36	10	555	151	1,19	11	1,48	E1
Brisa	EL PARAISO	2	H	36	15	421	215	1,96	20	1,44	E1
Bronce	EL PARAISO	2	M	36	10	390	251	1,59	7	1,67	E1
Don Danilo	EL PARAISO	2	M	36	10	295	105	1,37	9	1,4	E1

Arcadio	SAN LUIS	1	M	36	17	425	145	0,45	23	1,18	E1
El lucero	EL GUAICO	1	M	36	15	390	343	1,73	31	1,49	E1
26-2	TUNEZ	1	H	36	18	402	171	0,76	22,4	1,14	E1
La shakira	TUNEZ	1	H	36	15	318	214	0,71	11,6	1,21	E1
La raja	TUNEZ	1	H	36	15	473	228	0,91	12,6	1,23	E1
12-2	TUNEZ	1	H	36	20	360	216	0,82	14	1,19	E1
28-Feb	TUNEZ	1	H	36	13	582	173	0,91	16,8	1,06	E1
04-2	TUNEZ	1	H	36	10	358	157	0,78	16,3	0,94	E1
08-2	TUNEZ	1	H	36	13	328	153	1,07	20	1,03	E1
Escandalo	LA PALMA	2	M	38	12	307	178	2,06	17,53	1,35	E1
La Frontera	LA PALMA	2	H	38	15	314	165	1,7	28,22	1,17	E1
Tijuana	LA PALMA	2	H	38	14	297	136	1,67	20,46	1,09	E1
Ejemplo	LA PALMA	2	M	40	15	327	131	1,71	21,15	1,3	E2
La Aurora	LA PALMA	2	H	40	15	460	147	1,92	19,36	1,25	E2
Inolvidable	LA PALMA	2	H	40	10	339	264	1,47	16,66	1,12	E2
Inversión	LA PALMA	2	M	40	15	354	145	1,48	21,46	1,37	E2
Castaña	EL PARAISO	2	H	42	12	355	178	1,34	14	1,68	E2
La sirena	LA PALMA	2	H	42	21	402	163	1,5	15,78	1,03	E2
Simbolo	LA PALMA	2	M	44	14	330	153	1,85	20,08	1,43	E2
Satanas	TUNEZ	1	M	45	13	364	143	0,92	22,4	1,09	E2
Frecuencia	LA PALMA	2	H	45	16	404	147	1,48	20,9	1,31	E2
Penumbra	LA PALMA	2	H	46	12	328	171	2,25	21,07	1,3	E2
La borrachera	LA CARTUJANA	2	H	48	23	461	229	0,77	15	1,38	E2
Conde	LA MUÑECA	2	M	48	11	337	233	1,09	22	2,25	E2
La alegría	LA MUÑECA	2	H	48	12	395	227	0,87	24	1,76	E2
Ruana	LA MUÑECA	2	H	48	11	316	219	1,07	19	1,78	E2
Guajira	SAN LUIS	1	H	48	18	405	144	0,66	19	1,23	E2
Sangruna	TUNEZ	1	H	48	18	337	194	0,46	24,76	1,14	E2
Lalo	TUNEZ	1	M	48	11	366	173	0,66	22,4	1,15	E2
La Muñeca	TUNEZ	1	H	48	15	442	221	0,64	38,7	0,98	E2
El regalo	TUNEZ	1	H	48	9	382	177	0,87	18,6	1,25	E2
La castaña	TUNEZ	1	H	48	10	312	214	0,79	11,2	0,94	E2
Castañuela	SAN ESTEBAN	2	H	48	12	375	218	0,63	21	0,87	E2
Tejedora	LA PALMA	2	H	48	12	386	189	1,48	36,56	0,9	E2
Zaeta	LA PALMA	2	M	48	13	348	160	2,47	14,62	1,38	E2
Marcación	LA PALMA	2	H	50	11	292	108	1,35	19,52	1,31	E2
19-2	TUNEZ	1	H	50	15	325	163	0,96	21,49	1,17	E2
La Rondalla	LA CARTUJANA	2	H	60	15	366	175	1,85	3,2	1,2	E2
La sombrerera	LA CARTUJANA	2	H	60	4	464	184	1,12	12	1,22	E2
El pavo	EL PARAISO	2	M	60	15	425	139	1,06	28	1,85	E2
Patiscortado	ORO NEGRO	1	M	60	10	398	196	1,04	25	1,26	E2
Pelo de oro	ORO NEGRO	1	M	60	14	394	229	1,21	25	1,19	E2
La mora	LA MUÑECA	2	H	60	12	361	143	0,7	26	1,3	E2
La pinta	TUNEZ	1	H	60	20	455	239	0,67	20,5	1,15	E2
Castañuela	TUNEZ	1	H	60	16	346	165	0,4	21	1	E2
Farolito	TUNEZ	1	H	60	16	353	127	0,72	21,9	1,24	E2

26-1	TUNEZ	1	H	60	13	305	164	0,64	23,8	1,1	E2
Pirinola	TUNEZ	1	H	60	8	300	162	0,81	20	1,08	E2
20-2	TUNEZ	1	H	60	10	374	136	0,7	18,6	0,99	E2
17-1	TUNEZ	1	H	60	14	390	154	0,93	22,4	1,02	E2
Canela	SAN ESTEBAN	2	H	60	11	378	464	1,43	20	1,22	E2
La Ofrenda	LA PALMA	2	H	60	11	393	156	0,98	20,96	1,32	E2
La Orgullosa	LA PALMA	2	H	60	6	256	118	2,42	13,84	1,39	E2
La Melodia	LA PALMA	2	H	60	23	429	205	2,14	21,17	0,71	E2
Madona	LA PALMA	2	H	60	19	415	146	1,89	20,98	0,82	E2
Pirueta	LA PALMA	2	H	60	18	315	150	1,35	23,02	0,84	E2
La Fragata	LA PALMA	2	H	60	17	426	215	0,97	26,54	0,89	E2
La Galicia	LA PALMA	2	H	60	4	314	226	1,78	28,74	1,28	E2
Carrusel	LA PALMA	2	M	60	8	307	127	1,7	20,06	1,46	E2
Ciceron	LA PALMA	2	M	60	23	425	157	1,69	19,46	1,26	E2
Ambición	LA PALMA	2	H	60	16	405	140	1,88	18,36	1,46	E2
La bruja	LA CARTUJAN A	2	H	72	16	413	202	1,01	7	1,24	E3
Cassandra	EL GUAICO	1	H	72	13	403	167	1,21	24	0,99	E3
Piel roja	EL GUAICO	1	M	72	18	506	192	0,66	28	1,33	E3
Charrasquín	ORO NEGRO	1	M	72	10	878	217	1,98	25	1,56	E3
La borrasca	TUNEZ	1	H	72	17	444	250	0,91	14,9	1,02	E3
07-9	TUNEZ	1	H	72	12	367	214	0,5	32,7	0,94	E3
Castalia	LA PALMA	2	H	72	33	253	174	1,38	30,66	1,16	E3
Rey del destello	LA PALMA	2	M	72	15	333	125	2,28	22,82	1,28	E3
Plegaria	LA PALMA	2	H	72	15	334	205	1,27	20,93	1,24	E3
La Selecta	LA PALMA	2	H	72	19	346	136	1,76	37,25	1,24	E3
La Caribesa	LA PALMA	2	H	72	21	476	163	1,63	17,29	1,11	E3
Patas blancas	ORO NEGRO	1	M	84	46	667	193	1,53	28	1,47	E3
El costeño	ORO NEGRO	1	M	84	13	558	178	1,04	23	1,13	E3
16	ORO NEGRO	1	M	84	9	488	208	1,22	27	1,25	E3
Mantequillo	ORO NEGRO	1	M	84	17	408	202	1,24	23	1,24	E3
Adelaida	SAN LUIS	1	H	84	9	359	176	0,57	22	1,09	E3
El tango	EL GUAICO	1	M	84	24	341	198	1,82	32	1,69	E3
La asesina	TUNEZ	1	H	84	13	375	219	0,87	22,42	0,89	E3
La Replica de la Luisa	LA PALMA	2	H	84	15	300	139	2	12,8	1,25	E3
Olimpia	LA PALMA	2	H	84	15	422	143	0,88	22,13	0,94	E3
Castañuela	EL PARAISO	2	H	84	23	441	127	1,1	23	1,68	E3
Piñuela	EL PARAISO	2	H	84	6	461	137	0,99	17	1,47	E3
22	TUNEZ	1	H	96	146	887	304	1,07	21,9	0,94	E3
Tequilera	LA PALMA	2	H	96	17	351	337	2,43	18,94	1,26	E3
La barbada	TUNEZ	1	H	108	14	354	162	1,01	20	1,07	E3
La Juliana	LA PALMA	2	H	112	19	403	248	1,61	12	1,23	E3
La nicolasa	LA CARTUJAN A	2	H	120	12	273	115	1,58	1,4	1,19	E3
La mencha	SAN LUIS	1	H	120	20	545	184	0,75	23	1,12	E3
Margarita	SAN LUIS	1	H	120	18	431	163	0,88	30	1,4	E3

Córdoba	EL GUAICO	1	M	120	24	535	277	0,92	26	1,16	E3
Pisarra	TUNEZ	1	H	120	9	369	126	0,61	21,9	1,2	E3
03-5	TUNEZ	1	H	120	19	365	216	0,5	19,1	1,13	E3
La Ronda	LA PALMA	2	H	120	9	257	127	1,66	19,55	1,12	E3
Paraíso	ORO NEGRO	1	M	120	12	359	182	0,95	22	1,25	E3
Sonora	LA CARTUJAN A	2	H	144	11	582	215	0,63	15	1,19	E4
La cabaretera	LA CARTUJAN A	2	H	144	20	370	165	0,98	13	1,4	E4
Mariachi	EL PARAISO	2	M	144	5	290	97	1,49	8	1,59	E4
Ochoa	ORO NEGRO	1	M	144	11	432	186	0,91	19	1,07	E4
El ruano	ORO NEGRO	1	M	144	17	471	274	1,47	25	1,22	E4
El brujo	ORO NEGRO	1	M	144	20	620	226	0,97	28	1,21	E4
Guerrero	ORO NEGRO	1	M	144	40	708	220	1,75	28	1,36	E4
Confite	ORO NEGRO	1	M	144	19	493	194	1,58	27	1,29	E4
Jorge 1	ORO NEGRO	1	M	144	11	297	151	0,84	31	1,23	E4
Oni	SAN LUIS	1	M	144	11	493	100	0,48	10	0,91	E4
El zorro	SAN LUIS	1	M	144	19	434	131	0,55	16	1,11	E4
La congola	EL GUAICO	1	H	144	19	497	288	1,43	49,2	1,27	E4
La italiana	TUNEZ	1	H	144	19	348	151	0,73	25,2	1,06	E4
16-Ago	TUNEZ	1	H	144	18	355	229	0,42	14,9	1	E4
La paquita	TUNEZ	1	H	144	19	383	173	0,55	22,4	0,9	E4
09-9	TUNEZ	1	H	144	18	403	214	0,74	9,3	0,99	E4
La fruna	TUNEZ	1	H	144	10	343	155	0,59	23,3	0,9	E4
La cocacola	TUNEZ	1	H	144	12	312	161	0,63	22,8	1,07	E4
14	TUNEZ	1	H	144	19	264	182	0,69	14,9	0,9	E4
La arcadia	TUNEZ	1	H	144	13	421	238	1,03	20,5	1,08	E4
18	TUNEZ	1	M	144	18	507	197	0,69	19,1	0,93	E4
7	TUNEZ	1	H	144	9	324	199	0,72	20	0,96	E4
Seven	TUNEZ	1	H	144	13	335	162	0,78	37,8	0,98	E4
La coca	TUNEZ	1	H	144	10	348	196	0,49	22,8	0,94	E4
Gitana	SAN ESTEBAN	2	H	144	11	337	134	1,12	17,4	0,93	E4
Marquez	SAN ESTEBAN	2	M	144	12	289	153	0,82	15,6	0,9	E4
Camey	LA PALMA	2	M	144	14	265	110	2,42	20,61	1,42	E4
Destello de los naranjos	LA PALMA	2	M	144	24	349	150	1,45	14,59	1,13	E4
La Silueta	LA PALMA	2	H	144	14	770	126	1,72	15,77	1,24	E4
Cachito	LA PALMA	2	M	144	16	230	134	1,73	20,52	1,21	E4
El Exitoso	LA PALMA	2	M	144	15	710	229	1,65	17,45	1,07	E4
Picardia del Cairo	LA PALMA	2	H	144	32	333	201	1,47	17,9	1,11	E4
La Comparcita	LA PALMA	2	H	144	13	419	149	0,92	20,25	0,92	E4

Anexo 2.**Tabla 2. Análisis de Varianza para la enzima GGT.**

Analysis of Variance for GGT - Type III Sums of Square					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	17,0514	1	17,0514	0,13	0,7237
B:edaag	962,023	3	320,674	2,36	0,0737
C:grupo	139,236	1	139,236	1,02	0,3130
RESIDUAL	20929,5	154	135,906		
TOTAL (CORRECTED)	22254,7	159			
All F-ratios are based on the residual mean square error					

Anexo 3.**Tabla 3. Mínimos cuadrados para GGT con intervalos de confianza del 95%.**

Table of Least Squares Means for GGT with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	160	15,9451			
sexo					
H	108	16,2992	1,15182	14,0237	18,57
M	52	15,591	1,62512	12,3805	18,80
edaag					
E1	44	14,0161	1,81575	10,4291	17,60
E2	49	13,7313	1,76036	10,2537	17,20
E3	34	20,2108	2,05092	16,1593	24,26
E4	33	15,822	2,04934	11,7736	19,87
grupo					
1	72	16,9241	1,40543	14,1477	19,70
2	88	14,966	1,36561	12,2683	17,66

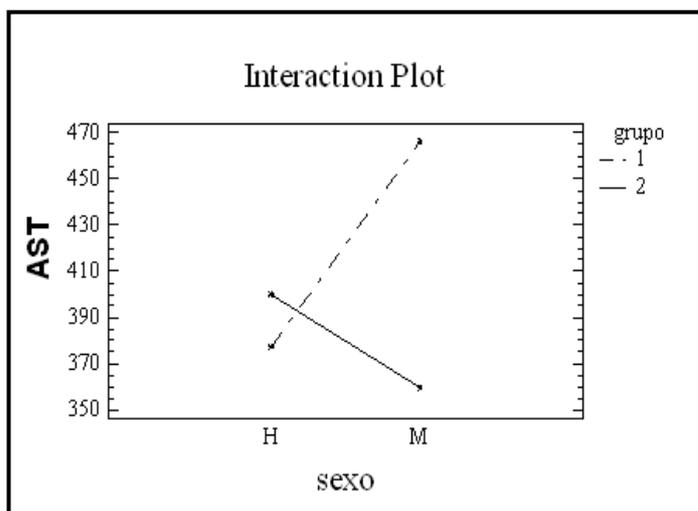
Anexo 4.**Tabla 4.** Análisis de Varianza para la enzima AST.

Analysis of Variance for AST - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	13427,6	1	13427,6	1,62	0,2049
B:edaag	44871,2	3	14957,1	1,81	0,1486
C:grupo	41003,7	1	41003,7	4,95	0,0276
INTERACTIONS					
AB	10230,2	3	3410,08	0,41	0,7447
AC	95818,9	1	95818,9	11,57	0,0009
BC	29052,2	3	9684,05	1,17	0,3235
ABC	49919,1	3	16639,7	2,01	0,1152
RESIDUAL	1,18389E6	143	8278,95		
TOTAL (CORRECTED)	1,55909E6	158			

Anexo 5.**Tabla 5.** Mínimos cuadrados para AST con intervalos de confianza del 95%.

Table of Least Squares Means for AST with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	159	400,619			
sexo					
H	107	388,564	9,56075	369,666	407,463
M	52	412,674	16,3396	380,376	444,972
edaag					
E1	44	406,997	15,4465	376,464	437,53
E2	49	369,28	15,9812	337,69	400,871
E3	33	406,178	25,8161	355,148	457,209
E4	33	420,021	16,5254	387,355	452,687
grupo					
1	71	421,685	11,6188	398,718	444,652
2	88	379,554	14,9463	350,009	409,098
sexo by edaag					
H E1	29	386,944	18,2608	350,848	423,041
H E2	37	369,998	15,6668	339,03	400,967
H E3	23	382,523	19,1359	344,697	420,349
H E4	18	414,792	22,7472	369,827	459,756
M E1	15	427,05	24,9183	377,794	476,306
M E2	12	368,563	27,8595	313,493	423,632
M E3	10	429,833	47,9553	335,04	524,626
M E4	15	425,25	23,9776	377,853	472,647
sexo by grupo					
H 1	44	377,428	13,8621	350,026	404,829
H 2	63	399,701	13,1709	373,666	425,736
M 1	27	465,942	18,6502	429,076	502,807
M 2	25	359,406	26,8346	306,362	412,45
edaag by grupo					
E1 1	14	422,744	25,3755	372,585	472,904
E1 2	30	391,25	17,6199	356,421	426,079
E2 1	17	372,019	26,0124	320,601	423,438
E2 2	32	366,542	18,573	329,828	403,255
E3 1	19	463,933	20,9032	422,614	505,253
E3 2	14	348,423	47,2117	255,1	441,746
E4 1	21	428,042	20,0611	388,387	467,696
E4 2	12	412,0	26,2662	360,08	463,92

Anexo 6. Grafica 1. Interacción sexo-grupo, con la enzima hepática AST.



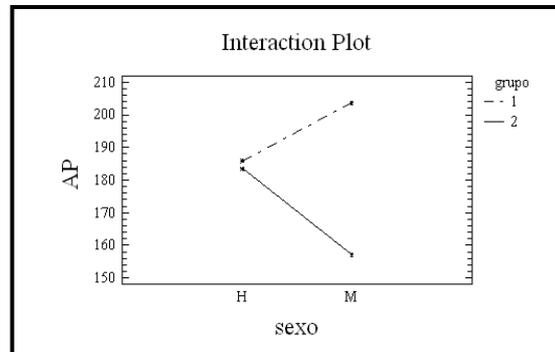
Anexo 7. Tabla 6. Análisis de Varianza para la enzima AP.

Analysis of Variance for AP - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	420,009	1	420,009	0,16	0,6852
B:edaag	26050,5	3	8683,51	3,41	0,0193
C:grupo	13699,4	1	13699,4	5,38	0,0218
INTERACTIONS					
AB	8629,06	3	2876,35	1,13	0,3392
AC	11255,2	1	11255,2	4,42	0,0373
BC	7001,08	3	2333,69	0,92	0,4346
ABC	2668,06	3	889,355	0,35	0,7897
RESIDUAL	364092,0	143	2546,1		
TOTAL (CORRECTED)	419204,0	158			

Anexo 8.**Tabla 7. Mínimos cuadrados para AP con Intervalos de confianza del 95%.**

Table of Least Squares Means for AP with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Stnd. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	159	182,476			
sexo					
H	107	184,608	5,30203	174,128	195,089
M	52	180,344	9,06131	162,433	198,256
edaag					
E1	44	207,507	8,56605	190,574	224,439
E2	49	176,409	8,86259	158,891	193,928
E3	33	172,807	14,3167	144,508	201,107
E4	33	173,181	9,16438	155,065	191,296
grupo					
1	71	194,652	6,44336	181,916	207,389
2	88	170,3	8,28866	153,916	186,684
sexo by edaag					
H E1	29	195,214	10,1268	175,196	215,231
H E2	37	182,381	8,68823	165,207	199,555
H E3	23	180,504	10,6121	159,527	201,481
H E4	18	180,333	12,6147	155,398	205,269
M E1	15	219,8	13,8187	192,485	247,115
M E2	12	170,437	15,4498	139,898	200,977
M E3	10	165,111	26,5942	112,543	217,68
M E4	15	166,028	13,2971	139,743	192,312
sexo by grupo					
H 1	44	185,748	7,6874	170,552	200,943
H 2	63	183,469	7,30409	169,031	197,907
M 1	27	203,557	10,3427	183,113	224,001
M 2	25	157,131	14,8815	127,715	186,547
edaag by grupo					
E1 1	14	211,489	14,0723	183,672	239,306
E1 2	30	203,525	9,77132	184,21	222,84
E2 1	17	179,548	14,4255	151,033	208,063
E2 2	32	173,271	10,2999	152,911	193,631
E3 1	19	196,461	11,5921	173,547	219,375
E3 2	14	149,154	26,1818	97,4003	200,907
E4 1	21	191,111	11,1251	169,12	213,102
E4 2	12	155,25	14,5662	126,457	184,043

Anexo 9. Grafica 2. Interacción sexo-grupo, con la enzima hepática AP.



Anexo 10. Tabla 8. Análisis de Varianza para la Bilirrubina Total.

Analysis of Variance for BITO - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	2,54887	1	2,54887	15,83	0,0001
B:edaag	0,842293	3	0,280764	1,74	0,1603
C:grupo	13,742	1	13,742	85,36	0,0000
RESIDUAL	24,6298	153	0,160979		
TOTAL (CORRECTED)	42,1933	158			

Anexo 11. Tabla 9. Análisis de Varianza para el pigmento Bilirrubina.

Analysis of Variance for BITO - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	3,04051	1	3,04051	18,86	0,0000
B:edaag	1,20925	3	0,403082	2,50	0,0619
C:grupo	9,41576	1	9,41576	58,40	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,501545	3	0,167182	1,04	0,3782
AC	0,00225863	1	0,00225863	0,01	0,9059
BC	0,474495	3	0,158165	0,98	0,4036
ABC	0,603313	3	0,201104	1,25	0,2949
RESIDUAL	23,0539	143	0,161216		
TOTAL (CORRECTED)	42,1933	158			

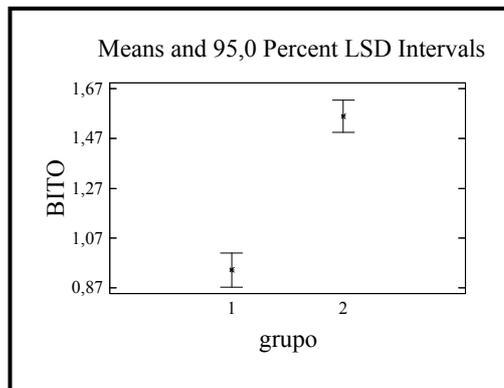
Anexo 12.

Tabla 10. Mínimos cuadrados para Bilirrubina Total con Intervalos de confianza del 95%.

Table of Least Squares Means for BITO with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	159	1,25019			
sexo					
H	107	1,11307	0,0398896	1,03426	1,19188
M	52	1,38732	0,0559334	1,27682	1,49782
edaag					
E1	44	1,30921	0,0624924	1,18575	1,43267
E2	49	1,21576	0,0605859	1,09606	1,33545
E3	33	1,33559	0,0714059	1,19453	1,47666
E4	33	1,14021	0,070536	1,00086	1,27956
grupo					
1	71	0,941793	0,0486213	0,845737	1,03785
2	88	1,55859	0,0469996	1,46574	1,65145

Anexo 13.

Gráfica 3. Interacción Bilirrubina Total con los dos grupos de alimentación.



Anexo 14.**Tabla 11. Análisis de Varianza para el BUN.**

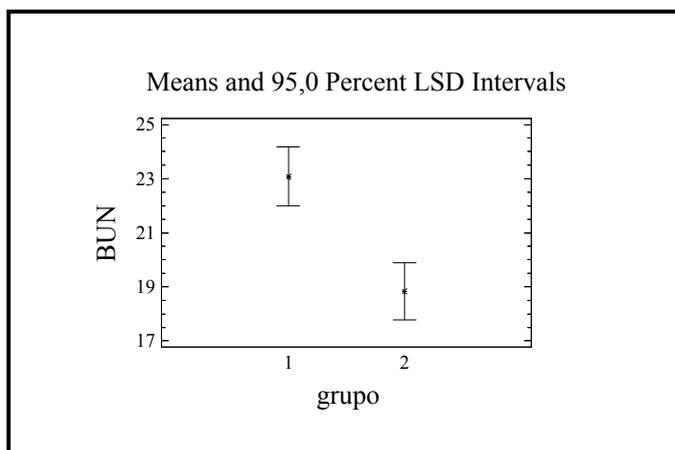
Analysis of Variance for BUN - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	86,6923	1	86,6923	2,07	0,1526
B:edaag	163,177	3	54,3924	1,30	0,2778
C:grupo	649,844	1	649,844	15,49	0,0001
RESIDUAL	6419,08	153	41,9548		
TOTAL (CORRECTED)	7420,02	158			

Anexo 15.**Tabla 12. Mínimos cuadrados para el BUN con Intervalos de confianza del 95%.**

Table of Least Squares Means for BUN with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	159	20,9584			
sexo					
H	107	20,1587	0,64397	18,8865	21,4309
M	52	21,7581	0,902977	19,9742	23,542
edaag					
E1	44	19,7477	1,00886	17,7546	21,7408
E2	49	21,8989	0,978086	19,9666	23,8312
E3	33	22,0189	1,15276	19,7415	24,2962
E4	33	20,1682	1,13872	17,9186	22,4179
grupo					
1	71	23,0792	0,784933	21,5285	24,6299
2	88	18,8376	0,758751	17,3386	20,3366

Anexo 16.

Gráfica 4. Interacción BUN los dos grupos de alimentación.



Anexo 17.

Tabla 13. Análisis de Varianza para la Creatinina.

Analysis of Variance for CREA - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:sexo	1,23344	1	1,23344	33,19	0,0000
B:edaag	0,454913	3	0,151638	4,08	0,0081
C:grupo	0,435765	1	0,435765	11,72	0,0008
RESIDUAL	5,68648	153	0,0371666		
TOTAL (CORRECTED)	7,70312	158			

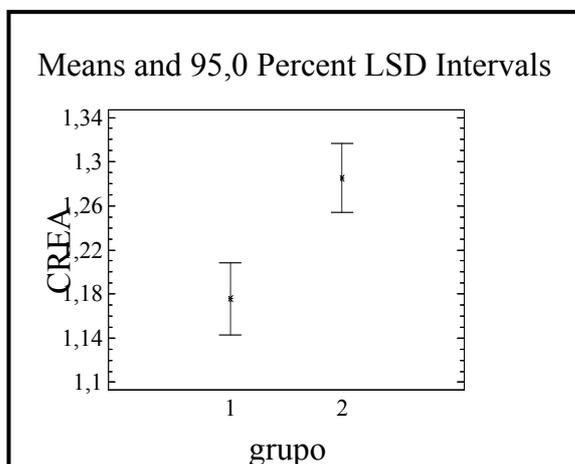
Anexo 18.

Tabla 14. Mínimos cuadrados para la Creatinina con Intervalos de confianza del 95%.

Table of Least Squares Means for CREA with 95,0 Percent Confidence Intervals					
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit
GRAND MEAN	159	1,23047			
sexo					
H	107	1,13508	0,0191669	1,09722	1,17294
M	52	1,32586	0,0268759	1,27276	1,37895
edaag					
E1	44	1,25515	0,0300274	1,19583	1,31447
E2	49	1,269	0,0291114	1,21149	1,32651
E3	33	1,26832	0,0343103	1,20054	1,33610
E4	33	1,12941	0,0338923	1,06245	1,19637
grupo					
1	71	1,17555	0,0233624	1,1294	1,2217
2	88	1,28539	0,0225832	1,24077	1,33001

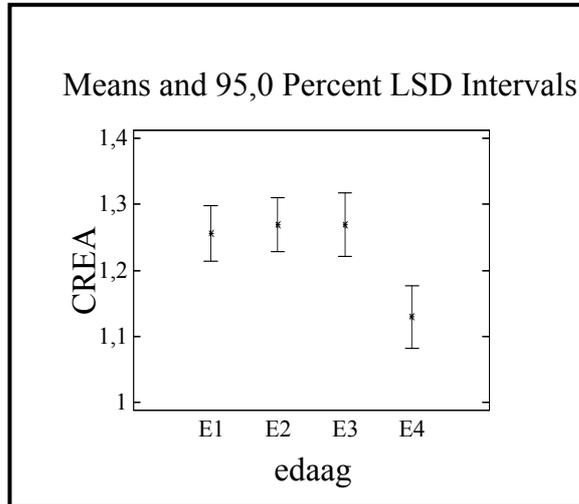
Anexo 19.

Gráfica 5. Interacción Creatinina con los dos los grupos de alimentación.



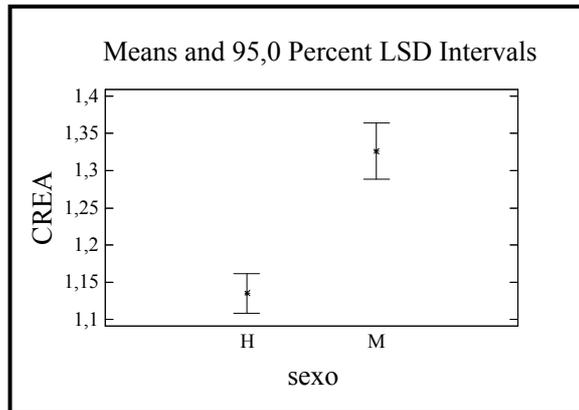
Anexo 20.

Gráfica 6. Interacción Creatinina con los grupos de edades de los animales.



Anexo 21.

Gráfica 7. Interacción Creatinina con el Sexo de los animales.



11. REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS.

1. Toro Tamayo, Francisco Alejandro. Estandarización de los valores del cuadro hemático, proteínas plasmáticas totales y fibrinogeno en potros criollos colombianos clínicamente sanos en criaderos del valle de Aburrá. Medellín, 2005. Tesis. Universidad de Antioquia.
2. Bravo Duque, Diego. Caballo Colombiano Ciencia y Arte. Medellín: Ediciones Graficas Ltda, 2001, paginas: 14, 15.
3. Betancur Correa, Carlos Antonio. Características que diferencian al caballo Criollo Colombiano de algunas otras razas de equinos. En Revista: El Caballo, Volumen 8, 2006, paginas: 28,29, 30.
4. Kraft, Wilfried y Dürr, Ulrich.M. Diagnostico Clínico de Laboratorio en Veterinaria. España: Editores Medicos S.A, 2000, paginas 112-133, 169-198.
5. Colahan, Patrick y col: Medicina y Cirugía Equina. Buenos Aires: InterMedica, 1998, paginas: 635-639.
6. Taylor, F.G.R y Hillyer, M.H. Técnicas Diagnosticas de Medicina Equina. Zaragoza: Editorial ACRIBIA S.A,1999, paginas: 73-79.
7. Cunningham, James G. Fisiología Veterinaria. Segunda Edición. Mexico: McGraw-Hill Interamericana,1999, paginas: 334-336
8. Meyer, Harvey; El laboratorio en Medicina Veterinaria Interpretación y Diagnostico. Argentina, Inter-médica; 2000
9. Barton, MH. Liver Disease in the Horse: Clinical Signs and Diagnostic Aids. Dvm News Magazine, 2007, paginas: 3.
10. Thomas J. Divers. Diagnosis and Treatment of Liver Disease. College of Veterinary Medicine, Ithaca, New York. Disponible en red: www.aaep.org.

- 11.**Engelking, Larry R, Paradis, Mary Rose. Evaluation of Hepatobiliary Disorders in the Horse. The Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice. Vol. 3, N°3, December 1987, paginas: 563-579.

- 12.**Stockham, Steven. Interpretation Of Equine Serum Biochemical Profile Results. The Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice. Vol 11 N°3. December 1995. paginas 393-409.

- 13.**Seahorn Janyce. Liver Disease in a 9-year-old Arabian Stallion. The Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice. Vol 22, 2006. paginas:117-126.

- 14.**Graves, Emily. Cholelithiasis and Hepatic Fibrosis in a Standardbred Mare. The Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice. Vol 22, 2006. paginas: 107-116.

- 15.**Frandsen, R.D; Spurgeon, T.L. Anatomia y Fisiologia de los Animales Domesticos. Quinta Edición. Mexico: McGraw-Hill Interamericana,1995, paginas: 371-376.

- 16.**Mutis Barreto, Claudia Aixa; Perez Jiménez, Tania Elena. Determinación y Análisis de los Valores de Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN), glucosa, Creatinin Kinasa (CK) y Acido Láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogota. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Vol VI, N° 02, Febrero 2005. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>.

- 17.**Otto M. Radostits, Clive C. Gay. MEDICINA VETERINARIA Tratado De Las Enfermedades Del Ganado Bovino, Ovino, Porcino, Caprino y Equino. Novena Edición. Mexico: McGraw- Hill Interamericana, paginas: 563-570.

- 18.**Pratt,W. Laboratory Procedures of Veterinary Technicians. Mosby Inc. 1997, pagina: 103.

- 19.** Matthews, H. Veterinary Medicine. April, 1993. Journal of Equine Practice. pagina: 349.
- 20.** Meyer, D. Veterinary Laboratory Medicine. WB Saunders Company, 1998, pagina: 170.
- 21.** Kohn, Catherine W; Chew, Dennis J. Laboratory Diagnosis and Characterization of Renal Disease. The Veterinary Clinics Of North America: Equine Practice. Vol 3 N°3. December 1987. paginas 601-603.

