

Nº 210
285



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**HALLAZGOS HEMATOLOGICOS Y NIVELES SERICOS DE LAS ENZIMAS
ASPARTATO AMINOTRANSFERASA, CREATININA CINASA Y
DESHIDROGENASA LACTICA EN EQUINOS DURANTE SU
PREPARACION, ANTES Y DESPUES DE LA
PRUEBA COMPLETA DE EQUITACION**

T E S I S

**PRESENTADA ANTE LA
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P O R

ALFONSO PIMENTEL MENDOZA

A S E S O R E S :

- M. V. Z. M. Sc. RAUL ARMENDARIZ FELIX**
- M. C. P. C. ROSA MARIA GARCIA ESCAMILLA**
- M. V. Z. SAMUEL GENARO JARDON HERRERA**
- Q. E. B. ROSALBA SALCEDO ELICEA**



México, D. F. 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HALLAZGOS HEMATOLOGICOS Y NIVELES SERICOS DE LAS ENZIMAS ASPARTATO AMINOTRANSFERASA, CREATININA CINASA Y DESHIDROGENASA LACTICA EN EQUINOS DURANTE SU PREPARACION, ANTES Y DESPUES DE LA PRUEBA COMPLETA DE EQUITACION.

T E S I S

PRESENTADA ANTE LA
DIVISION DE ESTUDIOS
PROFESIONALES DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

POR:

ALFONSO PIMENTEL MENDOZA

ASESORES:

M.V.Z. M.Sc. Raul Armendáriz Felix.

M.C.P.C. Rosa María García Escamilla.

M.V.Z. Samuel Genaro Jardon Herrera.

Q.F.B. Rosaiba Salcedo Elicea.

México, D.F.
1992

I N D I C E

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODO.....	17
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	36
CONCLUSIONES.....	38
LITERATURA CITADA.....	39

RESUMEN.

Pimentel Mendoza, Alfonso. "Hallazgos hematológicos y niveles séricos de las enzimas Aspartato Aminotransferasa, Creatinina cinasa y Deshidrogenasa Láctica en equinos durante su preparación, antes y después de la Prueba Completa de Equitación". (Bajo la dirección de: M.V.Z. M.Sc. Raúl Armendáriz Félix, M.C.P.C. Rosa María García Escamilla, M.V.Z. Samuel Genaro Jardon Herrera y Q.F.B. Rosalba Salcedo Elicea.)

El presente estudio se realizó con el fin de evaluar los cambios hematológicos y de los niveles séricos de las enzimas Aspartato Aminotransferasa (AST), Creatinin Fosfoquinasa (CPK) y Deshidrogenasa láctica (DHL) por medio del método cinético, antes, durante el entrenamiento y después de la competencia " Prueba de los Tres Días ". Para ello se evaluaron ocho caballos pertenecientes al equipo de la Prueba Completa de Equitación, de la Secretaría de la Defensa Nacional, encontrando elevaciones en los valores de Aspartato Aminotransferasa, Creatinin Fosfoquinasa y Deshidrogenasa Láctica durante la prueba de campo traviesa, recuperando sus niveles normales: Aspartato Aminotransferasa a las 72 horas, Creatinin Fosfoquinasa y Deshidrogenasa Láctica a las 48 horas. Cada caballo fue evaluado individualmente, y a pesar de que los resultados alcanzaron niveles críticos, los caballos no mostraron ningún tipo de desorden metabólico que indicara daño muscular; con tendencia a recuperar rápidamente sus niveles enzimáticos normales.

Al mismo tiempo se realizó un conteo de células sanguíneas por medio de una biometría hemática utilizando el método de Schalm, donde se encontraron algunos cambios en la cuenta blanca como: leucocitosis con neutrofilia y linfopenia, así como un incremento en la cuenta total de eritrocitos.

Es importante tomar en cuenta, que existen factores como manejo, acondicionamiento físico, alimentación, altitud sobre el nivel del mar y condiciones climáticas que influyeron sobre los resultados obtenidos, dando valores que difieren a los reportados en trabajos realizados en otros países con caballos sometidos a pruebas de resistencia similares.

Con la información obtenida se graficaron los resultados además de realizar un análisis estadístico el cual consta de media, varianza y desviación estandar.

INTRODUCCION

La fisiología del ejercicio en equinos, ha ampliado su campo de investigación, para mejorar la condición atlética, a través de una evaluación crítica de los métodos de entrenamiento existentes; desarrollando nuevas técnicas para optimizar aptitudes y minimizar riesgos de lesiones que pudieran acortar la vida deportiva del equino.

La "Prueba Completa de Equitación", es conocida también como "Prueba Militar" ó "Prueba de los Tres Días", por llevarse a cabo tres pruebas, que son: Adiestramiento, Campo Traviesa y Salto de Obstáculos, en tres días consecutivos. Este tipo de competencia ecuestre, es una de las que exigen mayor resistencia y aptitudes para el caballo. (17,24,28,32).

Este evento, comenzó como parte del entrenamiento militar, cuando los hombres de los regimientos montados, eran estimulados para entrenar a sus caballos y poder obtener una promoción para un grado más alto. Durante los primeros años del siglo veinte, algunos países Europeos sostenían este tipo de prueba sólo a nivel militar. Se incluyó por primera vez, como una prueba deportiva en los Juegos Olímpicos de Estocolmo, en 1912. Después de la segunda guerra mundial, acordaron que jinetes civiles compitieran en esta prueba. (9,25,33).

La prueba a nivel Olímpico incluye tres tipos diferentes de pruebas: La primera se conoce como de Adiestramiento, prueba en la que se debe demostrar un completo entendimiento entre el jinete y el caballo, así como la docilidad y obediencia del mismo equino.

La segunda, es conocida como Prueba de Fondo y se divide en cuatro fases, durante las cuales, los factores importantes son la resistencia, velocidad y aptitudes para librar los diferentes obstáculos. Las cuatro fases en que se divide la prueba son:

Fase A.- Caminos y Veredas, que normalmente se recorre a una cadencia promedio de 220 metros por minuto a trote y galope corto, con una distancia de 16,060 a 19,800 metros, en un tiempo aproximado de 73 a 90 minutos.

Fase B.- Carrera Plana con Obstáculos, con una distancia de 3,105 a 3,450 metros, a una velocidad de 690 metros por minuto a galope, en un tiempo de 4.5 a 5 minutos.

Fase C.- Caminos y Veredas, con las mismas distancias y tiempos que en la fase A. (13,26,32,33,40.)

Entre la fase C y fase D, existe un descanso obligatorio de 10 minutos, utilizado para realizar los exámenes general y clínico del caballo, por un Médico Veterinario, el cual decidirá si el caballo se encuentra en condiciones para continuar a la siguiente fase; De no ser así quedará fuera de la competencia. En este periodo de descanso, se refresca al caballo por medio de esponjas con agua fría, y de ser necesario, se repone alguna herradura que pudiera haber perdido en las fases anteriores. Es importante hacer notar que en este periodo no se permite la administración de ningún tipo de fármaco. (9,13,14,26).

Fase D.- Campo Travesía con Obstáculos, recorriendo una distancia de 7,410 a 7,980 metros a una cadencia de 570 metros por minuto, en un tiempo de 13 a 14 minutos y altura de 1.20m. (9,13,32.)

La tercera y última parte de la competencia, la constituye la prueba de Salto, con 10 a 20 obstáculos en una pista que mide de 750 a 900 metros. (13,26,32,40.)

La capacidad física de los equinos que participan en la Prueba Completa de Equitación, es el resultado de varios meses de entrenamiento aeróbico y anaeróbico. El esfuerzo dado por la actividad muscular desarrollada durante el ejercicio, desencadena reacciones Bioquímicas a nivel enzimático, hormonal, metabólico y hematológico. (25,31,41)

Existe información sobre la respuesta metabólica en el caballo durante un ejercicio prolongado. Varios autores mencionan dichos cambios bioquímicos durante las carreras de resistencia de 100 y de 50 millas, monitoreando a los caballos después del evento hasta el total restablecimiento de sus valores enzimáticos basales. (12).

El ejercicio, no solo altera el metabolismo del músculo esquelético, también modifica la función cardiovascular y pulmonar, ya que el músculo requiere mayor cantidad de oxígeno durante el ejercicio y uno de los productos finales del metabolismo muscular es el bióxido de carbono. Bajo condiciones normales, la capacidad del caballo para el ejercicio es determinada por la habilidad del sistema circulatorio y aparato respiratorio para distribuir grandes cantidades de oxígeno a los músculos en contracción. (18,31,41).

Para comprender mejor la respuesta de adaptación al ejercicio y poder prevenir un estado de fatiga, es importante conocer las fuentes de energía que actúan en la contracción muscular. Hay que hacer notar las diferencias metabólicas en cuanto a adaptación con respecto a otras especies.

La energía para la contracción muscular proviene del Trifosfato de Adenosina (ATP), que es químicamente almacenada como un compuesto de alta energía:

El almacenamiento de este compuesto es muy limitado dentro de la célula, permitiendo solo de 6 a 8 contracciones antes de agotarse. Por lo tanto, para mantener una adecuada cantidad de ATP dependerá de su capacidad de reposición. (11,17).

El ATP es hidrolizado en Difosfato de Adenosina (ADP), en el músculo esquelético por la enzima miosin ATPasa.



Durante este proceso, una gran cantidad de energía química es liberada como energía cinética, siendo utilizada por las proteínas contráctiles del músculo para generar fuerza. Sin embargo, en condiciones normales sólo hay una cantidad limitada de ATP la cual es suficiente para mantener la contracción muscular por segundos; reduciéndose durante distancias cortas con ejercicio intenso, y para mantener continua la contracción muscular se requiere de una rápida resíntesis de ATP. Existen dos procesos para el reemplazo de ATP dentro de la célula muscular. (11,17,19,37).

Cuando la regeneración del ATP sucede usando oxígeno, se trata de un metabolismo aeróbico (Fosforilación Oxidativa); si el ATP es generado sin oxígeno se conoce como metabolismo anaeróbico (Fosforilación Anaeróbica). (11,21,41).

En el proceso de fosforilación oxidativa, las células musculares son incapaces de obtener el ATP directamente de la sangre o tejidos, el principal aporte de energía para la producción de ATP es por medio de la oxidación de ácidos grasos y carbohidratos, durante una serie de pasos que implican la incorporación de enzimas específicas de la mitocondria en la cadena respiratoria para la refofosforilación de ADP en ATP. Las coenzimas Nicotin Adenin Dinucleótido (NAD) y Flavin Adenin Dinucleótido (FAD), tienen la capacidad de aceptar los átomos de hidrógeno y transportarlos a la cadena respiratoria, permitiendo la producción de ATP. (12,19,37).

Los combustibles para estos procesos son la glucosa y los ácidos grasos libres. Sin embargo éstos se encuentran en cantidades limitadas dentro de las células musculares y sangre. Estos productos están almacenados en grandes cantidades como glucógeno y triglicéridos. El glucógeno se encuentra dentro de las células hepáticas y musculares, mientras que los triglicéridos se encuentran dentro de las fibras musculares aeróbicas y en los depósitos de grasa corporal. Estos son importantes en cabalgatas de larga distancia, y no en las carreras de velocidad y distancias cortas. (10,12,17,21).

Cuando el aporte de oxígeno es inadecuado para proporcionar la energía requerida, las células musculares se vuelven dependientes de dos fuentes anaeróbicas: La primera genera el ATP de otro compuesto de alta energía, la Fosfocreatina, que es degradada en Creatina para producir ATP, proceso que provee la mayor fuente de energía empleada en las primeras etapas del ejercicio cuando se requiere de una repentina aceleración. El aporte de Fosfocreatina es limitado, lo suficiente para 8 a 10 segundos de máxima actividad muscular; el resto del ATP deberá obtenerse de una fuente anaeróbica producto de la degradación incompleta de la glucosa en lugar de Piruvato para entrar al ciclo de Krebs, ésta es una fuente muy ineficiente, ya que sólo se producen tres moléculas de ATP por cada molécula de glucosa degradada. La desventaja de producir energía por la vía anaeróbica es la rápida y continua producción de ácido láctico; este se acumula dentro de la célula con la consecuente reducción del pH intracelular, hasta un punto crítico que interfiere con los procesos contráctiles y metabólicos. La proporción de los metabolismos aeróbico y anaeróbico depende de la duración e intensidad del trabajo. (1,12,19,21).

Ninguna de las fibras musculares son iguales, ya que se diferencian de acuerdo a sus propiedades contráctiles y características metabólicas. Se han descrito 2 tipos de fibras musculares de acuerdo a su estructura y propiedades funcionales.

FIBRAS DE CONTRACCION LENTA (TIPO I) .- Poseen un diámetro pequeño, no contienen mucha actina ni miosina. Son fibras que producen menor tensión y su empleo de ATP en promedio es bajo, contienen una gran cantidad de mitocondrias y llevan a cabo una elevada Fosforilación oxidativa para producir el ATP necesario en la contracción. Estas fibras son de color rojo por que contienen mioglobina, hierro y proteínas que pueden combinarse en forma reversible con oxígeno. Además poseen pequeñas cantidades de glucógeno almacenado. Las fibras están rodeadas por una gran cantidad de capilares para obtener una mayor irrigación sanguínea, que le aporte oxígeno tan rápido que evite relativamente la utilización de ATP; por lo tanto, este tipo de fibras no se fatigan fácilmente. (1,12,20,21,41).

FIBRAS DE CONTRACCION RAPIDA (TIPO II).- Tienen mayor diámetro y más cantidad de actina y miosina. Por ello están capacitadas para producir mayor tensión y emplean el ATP más rápido. Estas fibras estan rodeadas de pocos capilares y contienen muy poca mioglobina, dándoles una apariencia de color blanco. Contienen escasas mitocondrias y producen su ATP a partir de la glicólisis anaeróbica. Este tipo de fibra posee elevadas cantidades de glucógeno, el cual sirve como un aporte inmediato de glucosa. Su alta utilización de ATP agota el glucógeno almacenado rápidamente; estas fibras musculares tienden a hipertrofiarse, lo cual se asocia con un incremento en las cantidades de actina y miosina. (1,12,20,21,37,41).

Las fibras de tipo II se pueden subdividir en fibras de tipo IIA y tipo IIB, que después de una cierta adaptación al ejercicio, presentan una conversión metabólica al ejercicio, las fibras presentan una conversión en fibras de tipo I o de tipo II. (12,21,27,37).

La fatiga después de un ejercicio de resistencia esta asociada con el agotamiento de los sustratos energéticos, aunado al desbalance en fluidos y electrolitos con sus efectos fisiopatológicos, variando en cuanto a la severidad los signos clínicos dependiendo de la condición física del caballo.

Algunos de estos signos se manifiestan como:

- a) Depresión y Anorexia
- b) Deshidratación
- c) Temperatura elevada, aumento del pulso y frecuencia respiratoria.
- d) Aumento del tiempo de perfusión.
- e) Ocasionalmente signos de síndrome Cólico.
- f) Irregularidades cardíacas.
- g) Espasmos musculares.
- h) Contracción sincrónica diafragmática (HIPD). (4,10,12,17)

Es frecuente que durante el ejercicio se desarrollen problemas musculares, considerando que tienen una etiología muy singular donde el Síndrome de Rigidez Muscular (Rabdomiólisis) es considerado como una forma benigna de la enfermedad del Lunes ó Azoturia. Algunos investigadores mencionan que estos problemas son el resultado de un excesivo catabolismo de carbohidratos y una producción masiva de ácido láctico dentro de la célula muscular.

Existen una variedad de factores que producen disfunción o daño muscular en lo que se refiere a miopatías por esfuerzo. En cuanto a los factores causales tenemos: Deficiencias nutricionales (Vitamina E y Selenio), sobre esfuerzo, Influenza, Hipokalemia y alteraciones en niveles de electrolitos. (12,42).

Las miopatías asociadas con el ejercicio, usualmente se observan en caballos de alto rendimiento, este tipo de padecimientos ocurren después de un periodo de inactividad seguido de ejercicio no controlado y una dieta alta en carbohidratos. (4)

La miopatía por esfuerzo ha sido vista también en caballos con un inadecuado programa de acondicionamiento físico para el grado de ejercicio que intentan desarrollar durante los eventos donde la resistencia es un factor decisivo, por lo tanto, se debe obtener una historia detallada del tipo de entrenamiento llevado a cabo para poder lograr un diagnóstico. Estos problemas son comunes en caballos muy nerviosos, musculosos y pesados, ocurriendo con mayor frecuencia en climas húmedos y fríos. (37)

Una manifestación más severa de miopatía por esfuerzo, es llamada "miopatía por captura", esto es relacionado con la captura de fauna salvaje, lo cual se ha observado en zebras, mostrándose signos de rigidez muscular, debilidad, mioglobinuria, temores musculares, parálisis y muerte, cuando estos animales son sometidos a un ejercicio energético durante su captura. (37)

La fase de campo travesía y cabalgatas de resistencia, constituyen dos de las pruebas de mayor demanda de esfuerzo físico que se requieren para una exitosa participación con un adecuado acondicionamiento físico del caballo, mediante un ajuste apropiado de la velocidad e intensidad del ejercicio para prevenir lesiones por fatiga. (37,14).

Aunque muchas de las decisiones con respecto a la condición física del caballo son tomadas por el jinete, el único que puede dictaminar si el estado de entrenamiento es adecuado, es el Médico Veterinario mediante la supervisión médica, que consiste en un organizado y cuidadoso examen clínico realizado por el Médico Veterinario encargado del puesto de revisión, por lo que se reduce la incidencia de lesiones y tensión innecesaria al equino, ya que es fundamental para decidir si el caballo se encuentra en condiciones para continuar en la competencia, sin tener acceso a sofisticadas técnicas de laboratorio para detectar cualquier trastorno bioquímico. Para llevar a cabo este dictamen se realiza en base a examen clínico el cual incluye la determinación de las frecuencias respiratoria y cardiaca, temperatura corporal y evaluación del estado de hidratación. Es importante tomar en cuenta la apariencia general del caballo, actitud, sudoración, apetito, motilidad intestinal y reflejo anal; lo cual aporta información cuando se trata de evaluar al caballo con respecto a la respuesta al ejercicio. Algunas veces se requiere de un examen en particular para detectar la presencia de rigidez, miopatías, claudicaciones, laceraciones y lesiones oculares. (14,37)

La frecuencia cardiaca provee una valiosa información acerca del grado de fatiga, ya que las frecuencias elevadas 30 minutos después del ejercicio, con recuperación lenta están muy relacionadas con el grado de tensión y trastornos bioquímicos; si esta es mayor de 60-65 latidos por minuto después de media hora una vez terminada la competencia, esto indica que los animales están deshidratados con posibles trastornos renales, musculares y hepáticos con una disminución del ATP en las reservas energéticas almacenadas en el tejido muscular. (10,37)

La frecuencia respiratoria, si esta se encuentra elevada que persiste después del ejercicio se puede asociar con: hipertermia, deshidratación y fatiga; pero no existe ninguna correlación entre frecuencia respiratoria con el grado de trastorno metabólico, esto no quiere decir que la frecuencia respiratoria no sea útil, por ejemplo: Los caballos que padecen el conocido síndrome del caballo exahusto tendrán la frecuencia respiratoria elevada por un periodo de tiempo variable después de haber terminado el ejercicio, como resultado de alguna anomalía metabólica. (17, 37).

La continua contracción muscular, requiere de un constante abastecimiento de energía la cual es proporcionada por la degradación enzimática, liberándose grandes cantidades de calor que incrementa la temperatura corporal del caballo como respuesta a la actividad física. (17,37)

La temperatura rectal con un rango de 39 C a 40 C no es muy común después del ejercicio prolongado, normalmente la temperatura rectal retorna a su rango normal, después de 30 minutos de haber trabajado, y caballos con temperatura rectal por arriba 40.5 C a 41 C se consideran anormales, aunque se debe tomar en cuenta los factores ambientales donde se desarrolla la competencia por que las temperaturas altas influyen en lo desbalance de electrolitos y pérdida de fluidos. (17,37)

Uno de los mecanismos, para eliminar calor durante un ejercicio prolongado es por medio de la sudoración, dando como resultado en algunas ocasiones la pérdida de 25 a 50 litros en fluidos durante las pruebas de resistencia, por lo que la evaluación del estado de hidratación de equinos que son sometidos a ejercicio prolongado, juega un papel importante para que el caballo pueda continuar en la competencia. (25)

Los parámetros más útiles en la evaluación del estado de hidratación son los siguientes:

- a) Turgor y elasticidad de la piel.
- b) Tiempo de llenado capilar.
- c) Distensibilidad yugular.
- d) Presión del pulso. (37).

La deshidratación produce hipovolemia y disminución en la perfusión periférica que se refleja en un incremento en el tiempo de llenado capilar, asociándose con membranas mucosas secas y una disminución del pulso periférico. Cuando la deshidratación es muy severa puede no haber sudoración aun con temperatura rectal elevada. (17,21)

El diagnóstico de las enfermedades musculares en el caballo se lleva a cabo mediante los siguientes procedimientos:

- a) Examen físico.
- b) Laboratorio clínico.
- c) Electromiografía.
- d) Biopsia. (37).

EXAMEN FISICO:

En este tipo de examen se incluye la visualización por simetría comparando con la parte contralateral del animal, para determinar si la lesión es unilateral ó bilateral. La simetría siempre deba observarse a distancia, el caballo se examinará al paso y trote para notar alguna claudicación, se evaluará por palpación la región muscular de la cual se sospecha para determinar el grado de consistencia, dolor y temperatura, incluyendo flacidez y tensión. Determinar si las causas de hipertrofia ó atrofia muscular son de origen fisiológico o patológico. (37).

LABORATORIO CLINICO:

Cuando algún tejido es dañado ciertas enzimas salen al torrente sanguíneo y el grado de daño tisular es determinado por la medición de los niveles enzimáticos. Las enzimas que aportan mayor información cuando existe daño muscular son: Creatinina cinasa (CPK), Deshidrogenasa Láctica (DHL) y Aspartato Aminotransferasa (AST), son las enzimas séricas más útiles para la detección de las enfermedades musculares de origen metabólico ó traumático. Muchos estudios han sido desarrollados siguiendo los cambios en los niveles de estas enzimas en caballos con miopatías por esfuerzo o de tipo nutricional. (4,5,8,29,37)

ELECTROMIOGRAFIA:

Esta técnica es útil para indicar daño muscular y es usada también para identificar miopatías de origen neurogénico, esta prueba consiste en insertar electrodos en el músculo, para registrar en un osciloscopio, el potencial de acción de las fibras motoras. (37).

BIOPSIA:

La biopsia muscular es un procedimiento que provee información sobre la unidad motora. Esta información obtenida en base al análisis microscópico del músculo esquelético, nos ayuda en el diagnóstico y pronóstico de las enfermedades neuromusculares, evaluación del potencial atlético y sobre todo a la comprensión de los cambios que se suceden durante el entrenamiento. Normalmente los músculos de los cuales se toma la muestra para biopsia son: Semitendinoso, Semimembranoso y Glúteo medio. Una de las técnicas es: El empleo de una aguja para biopsia, con la ventaja de ser una técnica muy simple, rápida y que puede ser tomada a nivel de campo sin cuidados especiales además de no dejar cicatriz y no es necesario retirar del entrenamiento a los caballos después de haber tomado la biopsia. (21,29,37)

Este tipo de exámen sirve cuando se requiere si existe edema o inflamación; recientemente se ha venido empleando con métodos histoquímicos para la diferenciación de las fibras musculares. (21,29,37).

La presencia de ciertas enzimas en la sangre, las cuales son proteínas que catalizan la mayoría de las reacciones en el organismo, en cantidades elevadas indican diferentes patologías metabólicas por destrucción del tejido muscular, a causa de un exceso de trabajo ó de origen traumático. Sin embargo el conocimiento de los mecanismos y localización de cada enzima ayuda a dar un pronóstico real con base al grado de lesión. (29).

ASPARTATO AMINO TRANSFERASA (AST):

La AST antes llamada TGO no es una enzima exclusivamente para detectar daño muscular, sin embargo altas concentraciones en el suero indican algún grado de lesión, es aconsejable se efectúen otras pruebas adicionales. La AST, actúa como catalizador en el ciclo de "Krebs" específicamente en alfa cetoglutarato (-> glutarato + oxalacetato, esta enzima se encuentra en las mitocondrias de las células y además en altas concentraciones en músculo, hígado, intestino y eritrocitos.

En el caballo sometido a un ejercicio, aumentan sus valores hasta 150 UI desde un límite normal de 50 a 110 UI cuando realiza trabajos más pesados, pueden mostrar valores hasta de 300 UI, cuando existe daño muscular, aumenta de 200 a 2000 UI. Cuando se presenta daño hepático agudo, los niveles aumentan de 200 a 1000 unidades, éstos nunca son tan altos como los observados cuando hay daño muscular. Esta enzima también se ve aumentada en sus valores por complicaciones en tracto gastro intestinal, infarto al miocardio y septicemia.

Existen fármacos que causan aumento en los niveles de esta enzima, como son: Salicilatos, Corticosteroides, Estrógenos, Andrógenos, Antibióticos como eritromicina, lincomicina, gentamicina y fenotiacínicos.

La AST muscular obtiene su pico máximo entre 24 a 36 horas después del ejercicio, el nivel normal de esta enzima en el plasma es de 157 a 253 UI/dl. (4,7,11,16,22,27,28,41).

CREATININA CINASA (CPK)

Esta enzima actúa como catalizador durante la contracción muscular en la producción de energía mediante la ruptura de fosfocreatina, produciendo como resultado final ácido fosfórico y creatina.

El incremento de la actividad sérica de CPK se considera como la evidencia más representativa de daño de fibras estriadas esqueléticas y cardíacas. La enzima posee tres tipos de isoenzimas:

- 1.- isoenzima MM, se encuentra en el músculo esquelético y cardíaco.
- 2.- isoenzima MB, presente en el músculo esquelético y cardíaco, pero en menor concentración.
- 3.- isoenzima BB, se encuentra en el tejido cerebral.

La actividad de la creatinina cinasa se incrementa pocas horas después del daño muscular, alcanzando sus niveles máximos a las 12 horas y retornando a sus niveles normales a las 24 y 48 horas.

Se recomienda la determinación de otras enzimas como la AST para dar un diagnóstico certero en las enfermedades musculares.

Los caballos bien entrenados con buena condición física tienen un menor incremento de esta enzima en sus niveles séricos después del ejercicio.

Causas que incrementan los niveles séricos de la creatinina cinasa:

- trauma muscular.
- mioglobinuria.
- decubito lateral.
- infarto al miocardio.
- miositis clostridial.
- miositis purulenta.
- encefalitis inespecíficas.

Los niveles séricos normales en el plasma van de 97 a 188 UI/dL. (4,7,11,16,22,27,28,41)

DESHIDROGENASA LACTICA (DHL)

Es una enzima que se encuentra en la mayoría de los tejidos que utilizan glucosa para obtener energía. Cataliza reversiblemente la oxidación del L-lactato a piruvato, con el cofactor Nicotin Adenin Dinucleotido (NAD).

Sin embargo para que sea más útil clínicamente, se efectúa la separación de dicha enzima por electroforesis en 5 isoenzimas:

- DHL-1 y DHL-2, son específicas para corazón, eritrocitos, riñón y cerebro.
- DHL-3, Específica para pulmón, páncreas, bazo, ganglios linfáticos y leucocitos.
- DHL-4 y DHL-5, son específicas para músculo cardiaco y músculo esquelético.

Los incrementos séricos de DHL se suceden cuando hay necrosis celular, sin embargo no se le considera específica de ningún tejido o patognomónica de alguna enfermedad. Esta se ve aumentada en sus valores después del ejercicio, alcanzando sus niveles más altos, 12 horas después del daño muscular para mantenerse elevados de 7 a 14 días. Una muestra tomada con anticoagulantes como EDTA y Oxalatos, inhiben su actividad enzimática, dando resultados falso positivos. Los valores normales de la DHL son de 100 a 191 UI/dl. (4,7,11,16,22,27,28,41)

CAMBIOS HEMATOLOGICOS ASOCIADOS AL EJERCICIO

Se han realizado investigaciones acerca de los cambios hematológicos asociados con el ejercicio; aun cuando las condiciones climáticas de un país a otro difieren, los resultados han sido esencialmente los mismos, por ejemplo: un incremento en el grado de hemoconcentración, debido a la pérdida de fluidos, se refleja en una elevación del hematócrito y proteínas plasmáticas elevadas. (10,37)

La magnitud del incremento del volumen sanguíneo depende del grado de esfuerzo, particularmente de la intensidad del ejercicio así como de la condición física del caballo. (12,21,30)

Es difícil determinar las cuentas eritrocíticas en reposo, especialmente en el pura sangre inglés, por el temperamento que caracteriza a esta raza. Aun cuando los caballos muestreados para la elaboración de tablas con los valores hematológicos normales. (30).

Existe una relación entre el grado de entrenamiento y el número de eritrocitos por microlitro de sangre y el contenido de hemoglobina. Los parámetros de volumen sanguíneo y hemoglobina han sido difíciles de medir debido a que es muy variable en las diferentes razas, se encontró que el volumen sanguíneo y hemoglobina son más altos en el Pura Sangre y los más bajos en caballos de tiro. Existen evidencias en cuanto a diferencias en los valores de volumen sanguíneo entre caballos sin entrenamiento y caballos bajo un buen sistema de entrenamiento. Estudios realizados por Pearson muestran que el volumen sanguíneo sufre cambios con el ejercicio, encontrando que durante el entrenamiento, hay un incremento en la concentración de hemoglobina total y volumen sanguíneo. (21)

En el caballo como en muchas otras especies, excepto el hombre, el bazo actúa como reservorio de eritrocitos, este órgano juega un papel muy importante en el número de eritrocitos circulantes cuando el animal se encuentra en reposo y durante el ejercicio. (21)

El bazo posee una cápsula de músculo liso, inervada por el sistema nervioso simpático, por lo que cualquier factor que altere la actividad simpática afectará la concentración de eritrocitos circulantes y valores del hematócrito. Se estima que el bazo puede almacenar más de la mitad del volumen total de eritrocitos. El incremento de los eritrocitos también está bajo la influencia de catecolaminas. El aumento del volumen del paquete celular está en función de la intensidad del ejercicio por que existe una relación entre el volumen del paquete celular y la velocidad, esta autotransfusión durante el ejercicio favorece la capacidad aeróbica, lo que hace pensar que esta sea la principal razón para la obtención máxima de oxígeno en el caballo, siendo mayor que en las demás especies. (24,38,39,41).

Pearson y Lydin, encontraron una disminución en la capacidad de trabajo después de una esplenectomía además de un incremento en la frecuencia cardíaca durante un ejercicio moderado. También sugieren que el bazo del caballo se podría tomar en cuenta como una reserva que mantendría el llenado ventricular, cuando la frecuencia cardíaca se encuentra aumentada durante el ejercicio. (34,39).

Existen algunos factores que pueden alterar la actividad simpática del bazo:

-Factores Fisiológicos.- La simple aprehensión del caballo o bien la presencia de algún extraño en la caballeriza.

-Ejercicio.- Es bien conocido que cualquier clase de ejercicio pueda causar una alteración en el hematócrito, el cual podría tomar de una a dos horas para retornar a su valor normal.

-Transporte.- La toma de una muestra de sangre poco después que el caballo ha sido transportado, no debiera tomarse en cuenta por que la excitación del viaje causa alteraciones en la cuenta normal de reposo. (34,39).

-Tranquilización.- Los tranquilizantes pertenecientes a los grupos de las fenotiazinas y butirofenonas, causan una disminución del valor del hematócrito en reposo, debido al efecto sobre el adrenergico receptor, el cual bloquea la actividad simpática sobre la cápsula del bazo, además de la relajación del músculo liso, mientras que el efecto hipotensor deja que se incremente el volumen del plasma. Otras alteraciones en el volumen del plasma pueden afectar notablemente el hemograma, los cambios en el balance de fluidos pueden ser debido a numerosos factores que incluyen: enfermedades, un medio ambiente cálido, ejercicio y alimentación. Recientemente Kerr y Snow (1982) encontraron que la alimentación a base de heno sin concentrado producía elevaciones en el hematócrito. (34).

Aunque existen algunos beneficios en la capacidad de transporte de oxígeno por las reservas de eritrocitos almacenadas en el bazo, el aumento en la viscosidad de la sangre puede tener efectos adversos sobre la perfusión, esto es importante, por lo que debe considerarse en caballos que compiten en carreras de resistencia donde la pérdida de fluidos por el esfuerzo puede producir una hemoconcentración por la movilización normal de los eritrocitos del bazo. El resultado obtenido por el aumento en la viscosidad de la sangre limita la capacidad de resistencia del caballo conduciendolo al agotamiento, el cual juega un papel importante en algunos desordenes relacionados con la fatiga. (12).

Hay que hacer notar que los valores en la viscosidad del plasma, son mas bajos en el pura sangre inglés que en otras razas. (21,34)

Se han encontrado diferencias en la respuesta de los leucocitos cuando se comparan entre ejercicio de mayor intensidad con ejercicio de resistencia. Cuando se realiza un ejercicio de resistencia hay una leucocitosis con neutrofilia y linfopenia, esta respuesta leucocitaria esta asociada con elevaciones en los niveles de cortisol en el plasma, la neutrofilia y la linfopenia están relacionadas con la velocidad. Esto sugiere que a mayor grado de tensión en cabalgatas de larga distancia hace que sean más amplios los cambios en la cuenta leucocitaria. (21,34)

La respuesta leucocitaria a un ejercicio intenso es totalmente diferente a la respuesta obtenida por un ejercicio de resistencia, inmediatamente después de un ejercicio de galope hay un pequeño cambio en la cuenta total de leucocitos, una linfocitosis con una reducción en la proporción de neutrofilos y linfocitos. Esto se debe a la liberación de los linfocitos almacenados en el bazo, pero solo aparece unas cuantas horas, también se debe a un incremento en los niveles de cortisol en el plasma, lo cual ocurre después del ejercicio. (21,33,34).

MATERIAL Y METODO

Para el presente estudio se emplearon 8 caballos de raza pura sangre inglés, 7 machos y 1 hembra, con edades comprendidas entre 6 y 13 años, pertenecientes al Equipo de Prueba Completa de Equitación de la Secretaría de la Defensa Nacional.

Los equinos clínicamente sanos se encontraban bajo un régimen de medicina preventiva y alimentación muy estricto.

Se colectaron aproximadamente 8 ml. de sangre durante el entrenamiento, antes y después de la competencia. Utilizando tubos evacuados de aire (vacutainer)* con anticoagulante (ácido etilendiamino tetra acético EDTA), y sin anticoagulante. La muestra se tomó de la vena yugular, previa antisepsia de la región.

El envío de las muestras colectadas, se realizó en cajas de poliuretano con refrigerante en un plazo no mayor de 3 hrs., remitiéndolas al Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, para la realización de los siguientes estudios: Biometría hemática completa usando los procedimientos citados por Schalm et al. y determinaciones de los valores del Aspartato aminotransferasa, Creatina fosfoquinasa y Deshidrogenasa láctica usando las técnicas descritas en los folletos de los equipos reactivos. (35)

Los reactivos empleados para el diagnóstico clínico de las enzimas mencionadas anteriormente, son aplicados mediante el método cinético bajo las especificaciones del productor.**

*Becton Dickinson & Co.

**Merck de México, S.A.

ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 1

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	207	112	316
1	237	140	444
8	298	159	274
15	198	98	319
39	282	69	410
41	179	69	408
43	267	248	450
44	346	383	439
47	271	42	403
53	179	40	289
PROMEDIO	246.4	136	375.2
VARIANZA	2794.84	10314.8	4179.36
DESVIACION ESTANDAR	52.86	101.56	64.64

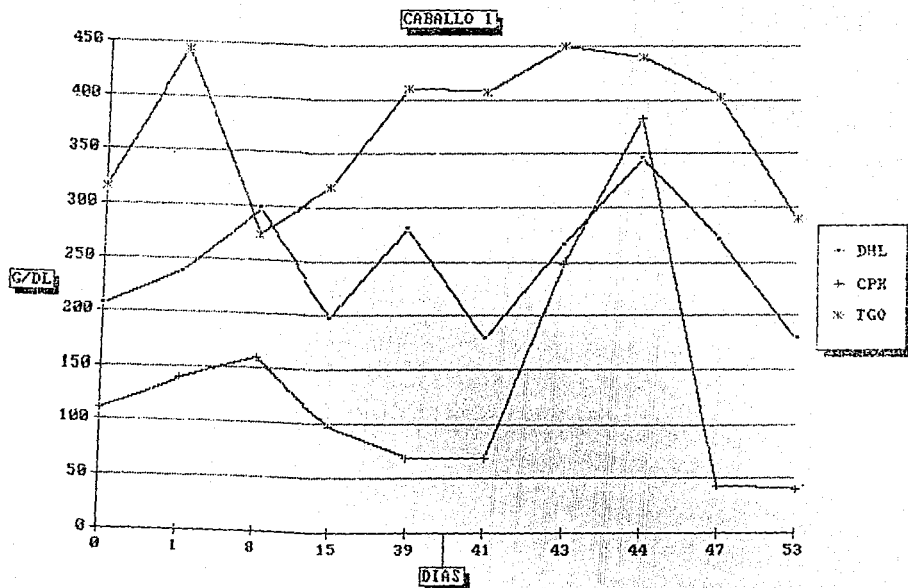
DIAS

0 = BASAL

18, 15, 39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41, 43, 44 = COMPETENCIA

47, 53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

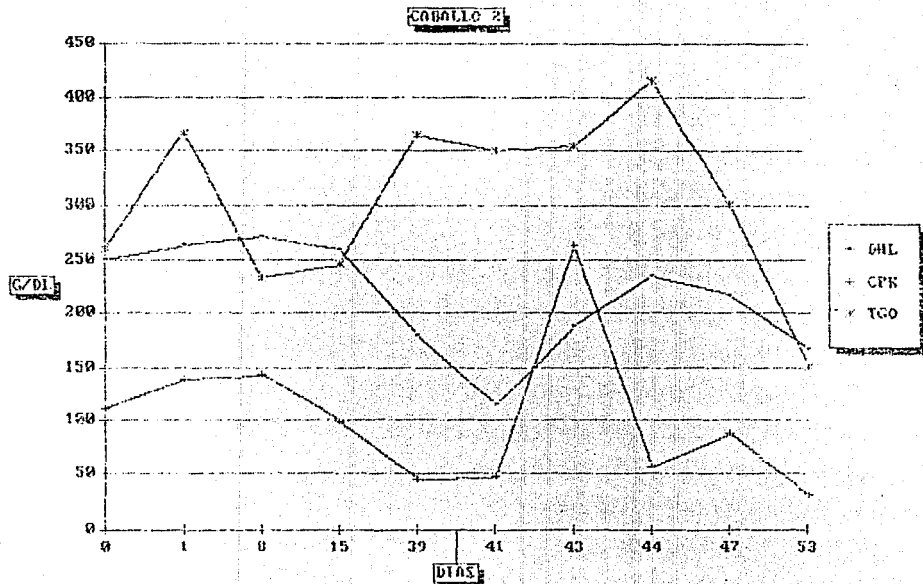


ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 2

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	250	113	261
1	263	139	368
8	271	143	233
15	258	99	246
39	179	44	366
41	115	47	350
43	188	263	355
44	234	57	415
47	216	89	301
53	167	30	151
PROMEDIO	214.1	102.4	304.6
VARIANZA	2319.69	4286.64	5864.64
DESVIACION ESTANDAR	48.16	65.47	76.58

DIAS
0 = BASAL
18,15,39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO
41,43,44 = COMPETENCIA
47,53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA



ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 3

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	249	102	266
1	259	119	371
8	301	141	235
15	310	89	275
39	194	34	335
41	252	32	383
43	210	227	426
44	203	162	417
47	292	40	370
53	92	29	350
FROMEDIO	236.2	97.5	342.8
VARIANZA	3805.56	3969.85	3780.76
DESVIACION ESTANDAR	61.68	63	61.48

DIAS

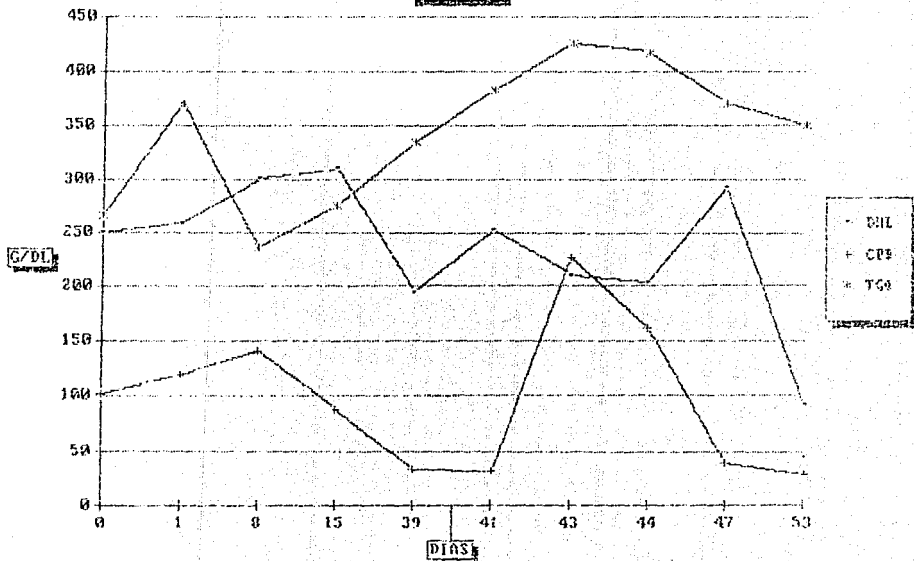
0 = BASAL

18, 15, 39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41, 43, 44 = COMPETENCIA

47, 53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

CABALLO 3



ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 4

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	200	111	329
1	234	137	373
8	216	160	332
15	207	97	340
39	258	67	444
41	204	69	423
43	313	351	451
44	252	282	441
47	292	57	412
53	191	49	360
PROMEDIO	236.7	138	390.5
VARIANZA	1539.01	9328.4	2158.25
DESVIACION ESTANDAR	39.23	96.58	46.45

DIAS

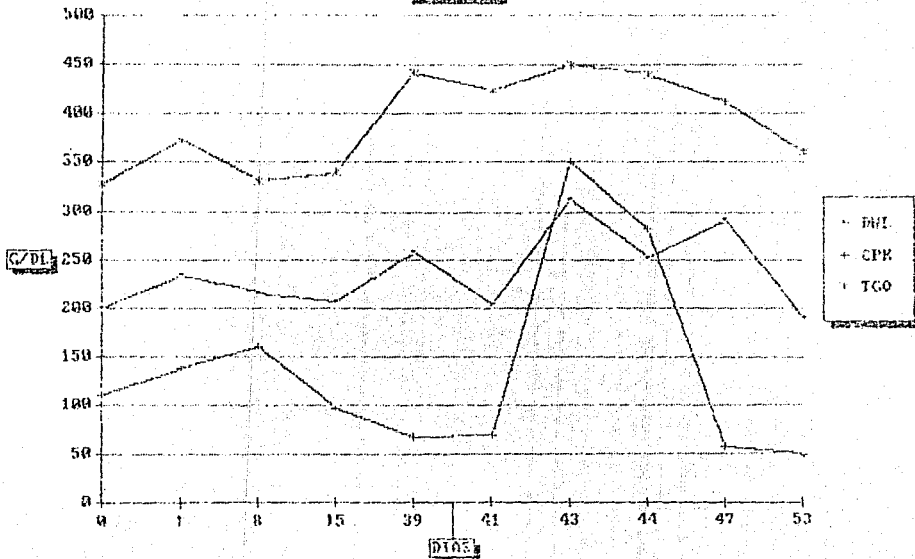
0 = BASAL

18, 15, 39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41, 43, 44 = COMPETENCIA

47, 53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

CABALLO 4



ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGD

CABALLO NUMERO: 5

DIAS	DHL	CPK	TGD
0	225	104	215
1	228	124	234
8	243	148	208
15	245	92	234
39	216	63	360
41	240	79	380
43	130	279	431
44	155	164	420
47	182	45	397
53	179	17	381
PROMEDIO	204.3	111.7	326.4
VARIANZA	1464.41	4955.21	7444.24
DESVIACION ESTANDAR	38.26	70.39	86.28

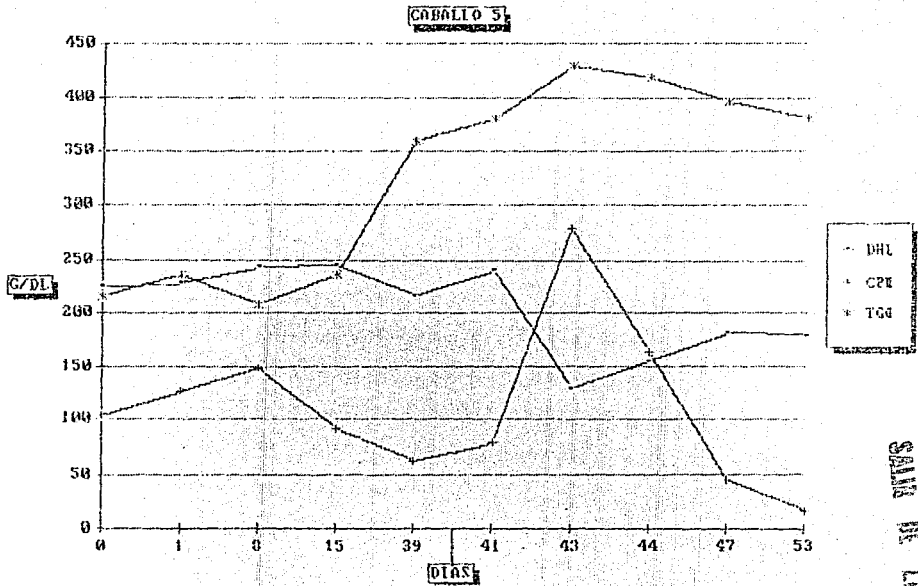
DIAS

0 = BASAL

18,15,39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41,43,44 = COMPETENCIA

47,53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA



ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 6

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	236	98	303
1	251	129	463
8	259	125	311
15	257	91	309
39	212	61	126
41	255	61	121
43	152	59	118
44	179	56	157
47	204	57	120
53	124	47	153
PROMEDIO	212.9	78.4	218.1
VARIANZA	2066.89	820.24	12960.29
DESVIACION ESTANDAR	45.46	28.63	113.84

DIAS

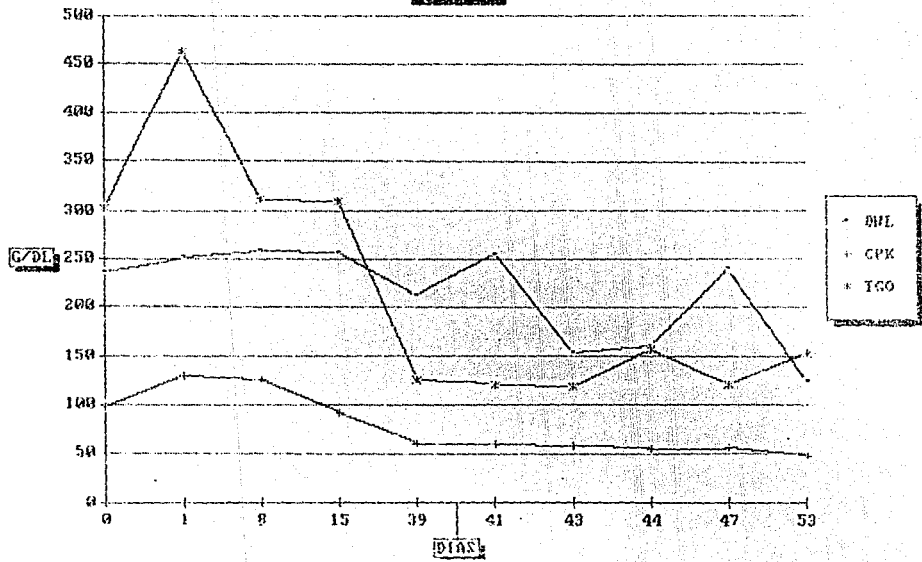
0 = BASAL

18,15,39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41,43,44 = COMPETENCIA

47,53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

CAPITULO 6



ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGD

CABALLO NUMERO: 7

DIAS	DHL	CPK	TGD
0	223	105	271
1	235	235	490
8	258	258	214
15	268	268	216
39	130	52	340
41	164	64	320
43	425	510	461
44	316	216	407
47	185	154	391
53	188	130	381
PROMEDIO	239.2	199.2	349.1
VARIANZA	6502.16	16200.36	8149.69
DESVIACION ESTANDAR	80.63	127.28	90.27

DIAS

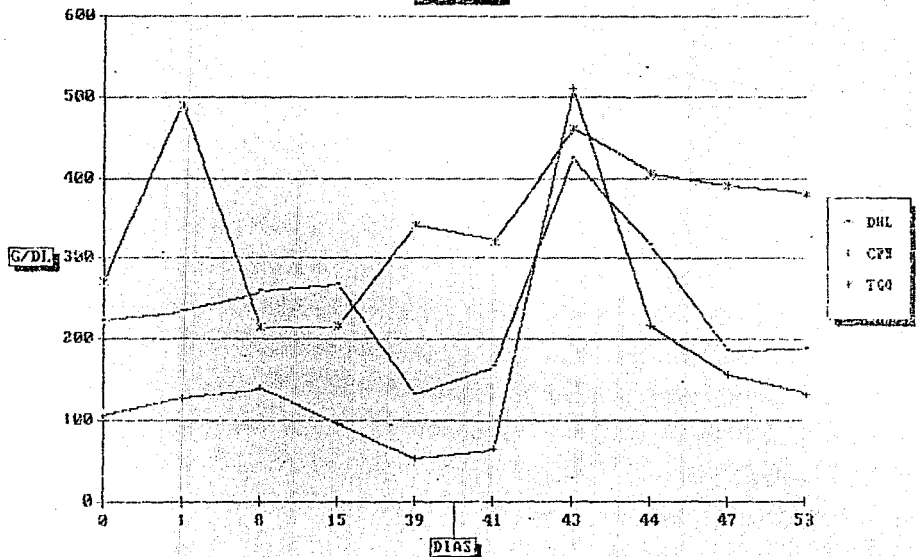
0 = BASAL

18, 15, 39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41, 43, 44 = COMPETENCIA

47, 53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

CABALLO 7



ANALISIS ESTADISTICO POR CABALLO DE LAS CARACTERISTICAS
DHL, CPK Y TGO

CABALLO NUMERO: 8

DIAS	DHL	CPK	TGO
0	216	106	275
1	233	142	416
8	237	151	250
15	242	97	280
39	179	41	366
41	219	49	363
43	307	371	435
44	304	156	423
47	249	54	415
53	188	72	363
PROMEDIO	237.4	123.9	358.6
VARIANZA	1610.24	8425.69	4151.44
DESVIACION ESTANDAR	40.12	91.79	64.43

DIAS

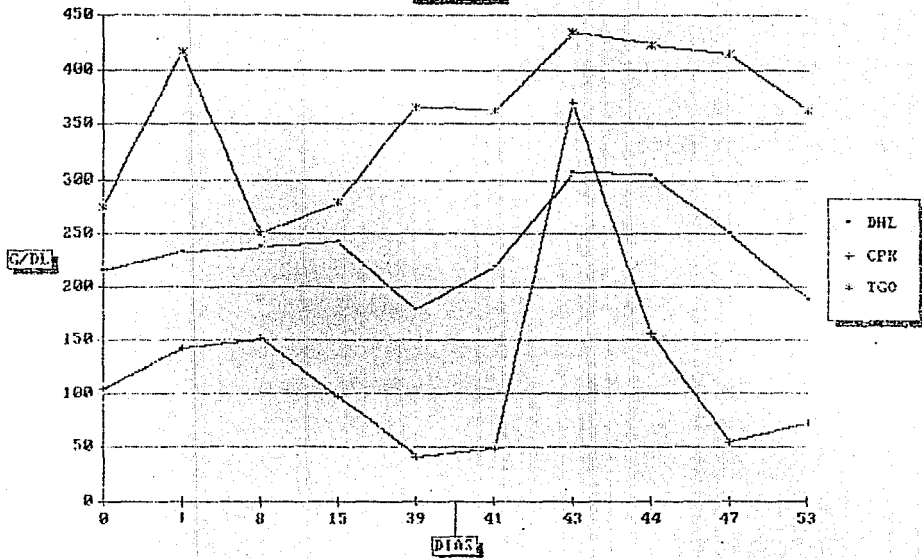
0 = BASAL

18,15,39 = DURANTE EL ENTRENAMIENTO

41,43,44 = COMPETENCIA

47,53 = DESPUES DE LA COMPETENCIA

CABALLO 9



CABALLO NUM 1

DIAS	HEMATOCRITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS		LEUCOCITOS u/l	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BARRAS %
			PLASMA	PLASMA						
0	41	14.6	6.5	9300	62	30	6	2	x	
1	51	18	7	9650	43	46	7	4	x	
8	48	16	6.8	10700	xx	xx	x	x	x	
15	42	14.3	6.5	9600	61	31	3	4	1	
39	38	14.3	7.5	14500	56	34	2	6	2	
41	49.5	16.8	7	10500	52	44	x	5	x	

CABALLO NUM 2

DIAS	HEMATOCRITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS		LEUCOCITOS u/l	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BARRAS %
			PLASMA	PLASMA						
0	50	16.6	6.7	6050	xx	xx	x	x	x	
1	35	12.6	6.6	5700	76	21	2	1	x	
8	45	15.8	6.8	9450	xx	xx	x	x	x	
15	45	14.6	6.9	8800	65	27	4	1	x	
39	40	15	6.5	9650	76	24	x	x	x	
41	47	16.8	6.9	15100	55	39	2	3	1	

CABALLO NUM 3

DIAS	HEMATOCRITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS		LEUCOCITOS u/l	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BARRAS %
			PLASMA	PLASMA						
0	31	11.3	6.6	8100	75	17	3	5	x	
1	48	16	7	6450	59	27	7	7	x	
8	44	16.4	6.5	8700	xx	xx	x	x	x	
15	37.5	13.9	6.5	8350	61	31	4	2	x	
39	39	17.1	6.9	8100	65	26	3	6	x	
41	40	14.3	6.9	6000	62	29	3	5	1	

CABALLO NUM 4

DIAS	HEMATOCRITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS		LEUCOCITOS u/l	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BARRAS %
			PLASMA	PLASMA						
0	45	16.3	6.8	6150	62	31	3	4	x	
1	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x	
8	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x	
15	46.5	15	6.9	7350	50	42	1	7	x	
39	45	17.5	6.5	6050	63	30	x	5	2	
41	48	15.3	7	7250	82	13	3	x	2	

CABALLO NUM 5

DIAS	HEMATOCITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS PLASMATICAS		LEUCOCITOS ul	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BANDAS %
			g/dl	g/dl						
0	44	15.6	6.8		4700	67	27	4	2	x
1	59	19	3.5		6200	65	31	2	2	x
8	44	16.6	6.5		8700	xx	xx	x	x	x
15	42.5	13.9	6.6		7200	63	39	2	1	x
39	47	18.4	7.5		7900	71	20	3	4	1
41	50	17.5	7		6850	77	19	x	x	4

CABALLO NUM 6

DIAS	HEMATOCITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS PLASMATICAS		LEUCOCITOS ul	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BANDAS %
			g/dl	g/dl						
0	39	14	6.4		8050	xx	xx	x	x	x
1	55	18.3	4		7600	61	31	x	7	1
8	xx	xx	xxx		xxxx	xx	xx	x	x	x
15	39	14.3	6.8		10100	61	30	4	3	2
39	38	14.3	6.5		10700	37	37	x	1	x
41	37	13.9	6.5		9800	53	47	x	x	x

CABALLO NUM 7

DIAS	HEMATOCITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS PLASMATICAS		LEUCOCITOS ul	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BANDAS %
			g/dl	g/dl						
0	43	15.3	6.4		8350	70	18	3	9	x
1	42	15	6.3		7000	xx	xx	x	x	x
8	39	14.3	6		5900	xx	xx	x	x	x
15	53	17.1	6.7		6200	72	21	3	3	1
39	50	20.4	6.8		8650	57	39	1	3	x
41	55	18.6	6.9		13000	74	18	2	3	3

CABALLO NUM 8

DIAS	HEMATOCITO %	HEMOGLOBINA g/dl	PROTEINAS PLASMATICAS		LEUCOCITOS ul	NEUTROFILOS %	LINFOCITOS %	MONOCITOS %	EOSINOFILOS %	BANDAS %
			g/dl	g/dl						
0	39	14	6.5		7250	63	30	6	1	x
1	42	16	7		7200	65	32	2	1	x
8	48	16.4	7		6400	xx	xx	x	x	x
15	35	12.8	6.8		8200	72	27	2	x	x
39	36	13.5	6.6		6950	62	31	3	4	x
41	46.5	15.3	7.3		16700	82	26	3	1	2

FUENTE: TESTIS L.I.C. M.V.Z.
PIMENTEL R. H.
FMVZ-UNAM MEXICO 1986

DISCUSION

Tomando en cuenta que existe información en otros países sobre la respuesta metabólica del caballo al ejercicio prolongado, hay que reconocer ciertas variables que afectan física y metabólicamente a los equinos que compiten en estos eventos. Estas incluyen humedad, altura, temperatura ambiental, tipo de terreno y velocidad que mantienen los caballos durante la competencia. (16)

El incremento de las enzimas séricas como: AST, CPK y DHL; se refleja en las condiciones del ejercicio, incluyendo la intensidad y manejo del rendimiento muscular. Es muy útil correlacionar los cambios en la actividad enzimática con signos clínicos de fatiga muscular, rabdomiolisis u otro desorden músculo esquelético.

La determinación de la creatinina cinasa es de gran utilidad para evaluar el estado de la condición física individual de los caballos que compiten en pruebas de resistencia así como también bajo cierto régimen de entrenamiento.

El incremento en la Aspartato aminotransferasa sérica, puede ser el reflejo del daño muscular producido durante el curso de la competencia. Sin embargo, no se observaron manifestaciones clínicas de daño muscular. Además, este incremento en la AST, puede atribuirse a la liberación de esta enzima de otros órganos, debido a la falta de especificidad.

Los cambios significativos en la actividad de la Deshidrogenasa láctica fueron similares a los reportados por Anderson. No obstante en la ausencia de especificidad del órgano y la falta de determinación de la isoenzima, la utilidad de la medición de la DHL para valorar la condición de caballos de resistencia.

Después de haber tomado muestras sanguíneas antes, durante la competencia y después de la misma, los valores de las enzimas creatinín fosfoquinasa y deshidrogenasa láctica fueron disminuyendo mientras que la aspartato amino transferasa se mantuvo incrementada mucho después de finalizada la prueba.

Se observó que los cambios séricos en enzimas y cuentas blanca y roja en sangre, se relacionan con la sudoración, daño muscular, incremento en la dependencia sobre la glicólisis anaeróbica y movilización de lípidos que experimentan estos caballos durante las competencias de resistencia. Además en los diferentes estudios reportados en la literatura, los caballos fueron monitoreados a lo largo de la competencia, así como durante la fase de recuperación después de terminado el evento. Los caballos que participan en este tipo de competencias mostraron incrementos significativos en sus valores de hematócrito y proteínas totales como consecuencia del ejercicio y excitación que provoca una contracción esplénica resultando en una movilización de eritrocitos en la circulación. Esta observación apoya la investigación realizada por Carlson en la cual se concluye que el valor del hematócrito es inestable y no debe usarse como base para valorar el estado de deshidratación en caballos que compiten en pruebas de resistencia (25). Sin embargo los cambios en las proteínas totales al parecer fueron más confiables para evaluar el estado de deshidratación en este tipo de caballos.

La deshidratación es una complicación del ejercicio prolongado y se ha reconocido que el exceso de calor corporal es uno de los mayores problemas en cabalgatas de resistencia particularmente en los caballos que sudan excesivamente. (25)

Se observaron diferencias significativas en la cuenta blanca, la cual mostró una leucocitosis fisiológica con una neutrofilia y linfopenia que se relaciona con la elevación en los niveles de cortisol en el plasma y se confirma con las investigaciones

realizadas por Schalm y Hughes. (16,38)

CONCLUSIONES

- La variación de las enzimas séricas se refleja en las condiciones de ejercicio que incluyen el grado de intensidad y manejo del rendimiento muscular. Es muy útil correlacionar el incremento en la actividad enzimática con los signos clínicos de la fatiga, rebdomiólisis y otros desordenes musculoesqueléticos.

- La determinación de la CPK, debido a su sensibilidad y especificidad en daño muscular es útil para evaluar el estado de la condición física individual en los caballos que participan en pruebas de resistencia.

- En cuanto al diagnóstico para detectar daño muscular, además de las enzimas AST, CPK y DHL se sugiere se determinen las enzimas Gammaglutamil Transferasa (GGT) y Aldolasa, como un complemento ya que son consideradas de gran importancia por su especificidad en casos de miopatías.

- Es posible realizar estos estudios en la evaluación de caballos que compiten en pruebas ecuestres a nivel internacional, midiendo sus niveles enzimáticos y hematológicos, comparando los resultados obtenidos durante su entrenamiento logrando así una evaluación más completa en cuanto a su condición física.

- Para un mejor entendimiento de los cambios bioquímicos en caballos que participan en pruebas de resistencia, podría permitir al médico veterinario emplear estos datos como una base para sugerir programas de entrenamiento adecuados y desarrollar tratamientos racionales para aquellos caballos con problemas músculo esqueléticos.

LITERATURA CITADA:

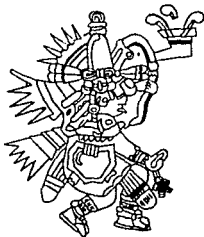
- 1.- Allen, J.R.: *Physiological Responses to Exercise; Effects of Training.* Current Therapy in Equine Medicine. W.B. Saunders Co. 2nd Edition: 465-469, Washington, 1987.
- 2.- Baker J. and Silverton R.E.: *Introduction to Medical Laboratory Technology.* 5 th Edition Butterworks, London, 1976.
- 3.- Bayly W.; Foreman J.; Matoba H.; Riedy M.; Grant B. and Gollnick P.: *Histochemical and Biochemical Studies of Skeletal Muscles in Horses; Their Relationship to Training Fitness and Performance Potential.* Canadian Vet. Journal 25: 111-112 (1984).
- 4.- Cardinet G. H.; Fowler M.E. and Tyler W.S.: *The Effects of Training Exercise and Tying Up on Serum Transaminase Activities in the Horse.* Am. J. Vet. Res. 24: 980-984 (1963).
- 5.- Cardinet G.H.; Littrel J. and Freeland R.: *Comparative Investigations of Serum Creatinine Phosphokinase and Glutamic Oxaloacetic Transaminase Activities in the Equine Paralytic Myoglobinuria.* Res. Vet. Sci. 8: 219-224 (1967).
- 6.- Catcott E.J. and Smithcors J.F.: *Progress in Equine Practice.* Book Number One in the Modern Veterinary Reference Series. American Veterinary Publications Inc. U.S.A. 1966.
- 7.- Coffman J.R.; *Equine Clinical Chemistry and Pathophysiology.* Veterinary Medicine Publishing Co. Kansas, U.S.A. 1981.
- 8.- Cornelius E.C.; Burnham L.H. and Hill H.E.: *Serum Transaminase Activities of Thoroughbred Horses in Training.* J.A.V.M.A. 142 (6) : 639-642 (1963).
- 9.- Davidson B.: *Horses in Competition.* Chartwell Books Inc. U.S.A. 1979.
- 10.- Deldar A.; Fregin F.; Bloom J. and Davanipour Z.: *Changes in Selected Biochemical Constituents of Blood Collected from Horses Participating in a 50 mile Endurance Ride.* American J. Vet. Research 43: 2239-2243 (1982).
- 11.- Dietz D.; Wiesner E.: *Diseases of the Horse.* Karger, Berlin, 1984.

- 12.- Dynamics of Equine Athletic Performance Association for Equine Sports Medicine. Meeting Proceedings 1985.
- 13.- Federation Equestre Internationale.: Rules for Three Day Events of the Federation Equestre Internationale, effective 1st May 1987. Printed in Switzerland 17th Edition, 1987.
- 14.- Graham Pontones G.: Intervención del Médico Veterinario en la Preparación del Caballo para la Prueba Completa de Equitación Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. México, D.F. 1981.
- 15.- Guyton, A.C.: Tratado de Fisiología Médica. Editorial Interamericana. 5a Edición, México, 1977.
- 16.- Heredia Gómez J.M.: Perfil Bioquímico en Caballos de 2 años de edad Raza Pura Sangre Inglés en el Hipódromo de las Américas. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. México, D.F. 1985.
- 17.- Hodgson, R.D.: Causes of Fatigue. Current Therapy in Equine Medicine. W.B. Saunders Co. 2nd edition: 474-476, Washington, 1987.
- 18.- Hodgson, R.D.: Exertional Rhabdomyolysis. Current Therapy in Equine Medicine. W.B. Saunders Co. 2nd Edition: 487-490, Washington, 1987.
- 19.- Hodgson, R.D.: Energy Considerations During Exercise. Veterinary Clinics of North America, Exercise Physiology. W.B. Saunders Co. Vol.1 No.3 447-460, 1985.
- 20.- Hodgson, R.D.: Muscular Adaptations to Exercise and Training. Veterinary Clinics of North America, Exercise Physiology. W.B. Saunders Co. 2nd Edition, Vol 1, No 3, PP533-548, 1985.
- 21.- Jones, W.E.: Equine Sports Medicine. Lea & Febiger. USA 1989.
- 22.- Kauffman, S.: Rider's Digest Showing and Combined Training. A R C O , U.S.A., 1977.
- 23.- Krehbiel, J.D.: Normal Clinical Pathology Data. Current in Therapy Equine Medicine. W.B. Saunders Co. 1st Edition: 619, Michigan, 1983.
- 24.- Lovell, K.D.: Exercise Physiology. Veterinary Clinics of North America, Exercise Physiology. W.B. Saunders Co. Vol.1, No. 3: 439-445, 1985.

- 25.- Lucke, J. and Hall, G. Long distance Exercise in the Horse. Golden Horseshoe Ride 1978. Vet. Rec., 405-407 (1980).
- 26.- Mendoza, S.B.M.C.: Alteraciones del Hematocrito, Proteínas Plasmáticas y Electrolitos, Sodio, Cloro y Potasio en los Caballos de la Prueba Completa de Equitación. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. México, D.F. 1977.
- 27.- Muir, B.L.: Pathophysiology An Introduction to the Mecanism of Disease. Jhon Wiley & Sons, 2nd Edition, U.S.A., 1980.
- 28.- Reyes, R.A.: Determinación del Perfil Bioquímico Sanguíneo de cien Caballos Clínicamente Sanos dedicados a la Equitación en el Valle de México. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. México, D.F., 1984.
- 29.- Rose, R.J.: Poor Performance Syndrome: Investigation and Diagnostic Techniques. Current Therapy in Equine Medicine. W.B. Saunders Co. 2nd Edition: 469-474, Sidney, Australia, 1987.
- 30.- Rose, R.J. and Allen J.R.: Hematologic Responses to Exercise and Training. Veterinary Clinics of North America, Exercise Physiology. W.B. Saunders Co. 461-475, 1985.
- 31.- Rose, R.J.; Hodgson, d.; Sampson, D. and Chan, W.: Changes in Plasma Biochemistry in Horses Competing in a 160 Km Endurance Ride. Australian Vet. J. 101-105, (1983)
- 32.- Rose, R.J.; Ilkiw, J; Arnold, K. and Backhouse, W.: Plasma Biochemistry in the Horse During 3 Day Event Competition. Equine Vet. J. 132-136 (1980)
- 33.- Sayer, A.: Crescent Color Guide to Horses. Crescent Books New York, 1982.
- 34.- Schalm, D.W. and Hughes, P.: Physiologic Leucocytosis. Calif. Vet. 30-32 (1964)
- 35.- Schalm, D.W.; Jain, Nc. and Carroll, E.J.: Veterinary Hematology. LEA & FEBIGER 3rd Edition, Philadelphia, 1975.
- 36.- Schmitz, D.F.; Joyce, J.R. and Reagor, J.C.: Serum Biochemical Values in Quarter Horse Foals in de First 6 Months of Life. Equine Practice 24-30 (1982)
- 37.- Stashak T.S.: Adams Lameness in Horses. LEA & FEBIGER 4th Edition. Philadelphia, 1987.

QUETZALCOATL

Quetzalcóatl, fue quizás el más complejo y fascinante de todos los Dioses mesoamericanos. Su concepto primordial, sin duda muy antiguo en el área, parece haber sido el de un monstruo serpiente celeste con funciones dominantes de fertilidad y creatividad. A este núcleo se agregaron gradualmente otros aspectos: la leyenda lo había mezclado con la vida y los hechos -- del gran Rey sacerdote Topiltzin, cuyo título sacerdotal era el propio nombre del Dios del que fue especial devoto. En el momento de la conquista, Quetzalcóatl, considerado como Dios único desempeñaba varias funciones: Creador, Dios del viento, Dios del planeta Venus, héroe cultural, arquetipo del sacerdocio, patrón del calendario y de las actividades intelectuales en general, etc. Un análisis adicional es necesario para poder desentrañar los hilos aparentemente independientes que entran al tejido de su complicada personalidad.



IMPRESO EN LOS TALLERES DE:
EDITORIAL QUETZALCOATL, S. A.
MÉDICA No. 37 LOCALES 1 Y 2 (ENTRADA POR PASÉO DE LAS
FACULTADES) FRENTE A LA FACULTAD DE MEDICINA DE C. U.
MEXICO 20, D. F. TELÉFONOS 658-71-66 Y 658-70-88