

**ZAMORANO**  
**Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Perfil metabólico del hato lechero del  
Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

presentado por

**Alejandra López Rodríguez**

**Zamorano-Honduras**  
**Diciembre, 2000**

## RESUMEN

López Rodríguez, Alejandra. 2000. Perfil metabólico del hato lechero del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 28 p.

El perfil metabólico se define como el método diagnóstico, que basado en las mediciones hematoquímicas en un grupo representativo de animales, permite la evaluación de los desórdenes metabólicos, el estado de salud y nutrición de los rebaños lecheros en una explotación intensiva y extensiva. En el estudio se evaluaron los siguientes parámetros séricos: la glucosa sérica, colesterol total, triglicéridos, urea sanguínea, aspartato amino transferasa (AST), transaminasa glutámico pirúvica (GPT), fosfatasa alcalina (F AS), hemoglobina (Hb), hematocrito (Ht), la línea blanca (neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos) y la condición corporal, en un grupo de 70 vacas lecheras de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. Las vacas fueron distribuidas en cinco grupos de 14 vacas cada uno de acuerdo al estado fisiológico. El grupo uno involucraba las vacas secas con 30 días antes del parto, el grupo dos las vacas recién paridas con menos de 15 días post-parto, el grupo tres las vacas con 60 días post-parto, el grupo cuatro las vacas en lactancia tardía (>270 días) y el grupo cinco las vacas con problemas reproductivos y/o baja condición corporal persistente. Se recolectaron muestras de sangre (10 cc) de la vena coccígea a cada vaca. Para el análisis de los resultados se utilizó la metodología del método de los promedios y la definición de los rangos de diagnóstico habitual inferior y superior. Se determinó que todos los parámetros sanguíneos presentan alteraciones desde leves hasta severas en todos los grupos de vacas; la condición corporal de todos los grupos está por debajo de los parámetros fisiológicos deseables; estas alteraciones se deben principalmente a una inadecuada alimentación. El diagnóstico generalizado del hato es una cetoacidosis crónica subclínica.

**Palabras clave:** Cetoacidosis crónica, estado fisiológico, parámetros séricos.

## **NOTA DE PRENSA**

### **El estudio de los componentes sanguíneos: una alternativa para el diagnóstico de los trastornos reproductivos en el ganado lechero**

La utilización de los nutrientes por parte del organismo, es el eslabón fundamental sobre el que se estructura la contextura o condición corporal del animal y donde tienen lugar la mayoría de los procesos metabólicos: llegan allí los productos absorbidos y los elementos de los órganos corporales de reserva, saliendo los componentes sanguíneos destinados para las funciones del mantenimiento, reproducción y la producción de leche.

La reserva corporal juega un importante papel en estos procesos, ya que contribuye al mantenimiento de un nivel adecuado de metabolitos en los tejidos corporales. Cuando ésta, junto con los nutrientes absorbidos, no puede cubrir las necesidades del mantenimiento, productivas y reproductivas, hacen su aparición las enfermedades de la producción.

Las enfermedades de la producción son trastornos metabólicos en un grupo de animales de la producción, inducidos por medidas de selección o manejo, y se reconoce como diagnóstico el desbalance entre los ingresos de uno o más nutrientes, su biotransformación y los egresos. Estas alteraciones metabólicas pueden aparecer en las siguientes circunstancias: cuando los egresos exceden a los ingresos, cuando los ingresos de nutrientes superan los egresos y cuando se altera la biotransformación de determinado nutriente.

Para poder establecer cualquier desvío nutricional o patológico de los indicadores de los componentes sanguíneos, hay que considerar, independientemente de la interrelación aporte-metabolismo-egresos, las cantidades que se ofertan de otros elementos con los cuales se establecen relaciones metabólicas. Por lo tanto un indicador del volumen de reservas de disponibilidad inmediata de un metabolito es su concentración sanguínea, la cual es mantenida dentro de ciertos límites de variación fisiológica que se consideran como valores de referencia o comúnmente denominadas valores normales.

En Zamorano, se realizó una investigación de los componentes sanguíneos del hato de ganado de leche, con el fin de determinar los posibles trastornos metabólicos que se estén presentando en los animales y poder tomar las medidas correctivas y preventivas. Los resultados demostraron que se presenta una cetoacidosis, que es la producción de cuerpos cetónicos y ácido láctico que contamina el flujo sanguíneo, este fue de tipo generalizado, causando posiblemente la mayoría de los trastornos reproductivos y afectando la sanidad general del hato.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen .....	vii
Nota de prensa .....	viii
Contenido .....	ix
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Anexos .....	xii
Índice de Figuras... ..	xiii
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES y METODOS.....</b>	<b>10</b>
Localización.....	10
Animales.....	10
Tratamientos .....	10
Variables analizadas .....	11
Diseño experimental .....	11
Análisis estadístico .....	11
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>12</b>
Glucosa sérica .....	12
Colesterol .....	14
Triglicéridos .....	16
Urea.....	17
Aspartato amino transferasa (AST)	
Glutámico pirúvico transaminasa (GPT) .....	19
Fosfatasa alcalina (F AS) .....	20
Condición corporal.....	20
Hemoglobina (Hb) y Hematocrito (Ht).....	21
Línea Blanca .....	22
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>RECOMENDACIONES.:</b> .....	<b>24</b>

<b>BIBUOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>26</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

Cada día el hombre intensifica más el proceso productivo del ganado bovino con el fin de satisfacer las crecientes demandas de proteínas para su alimentación. Ello impone un serio esfuerzo metabólico a los animales para mantener su homeostasis y por lo tanto, el estado de salud (Álvarez, 1999a).

El límite entre salud y patología se cruza con mucha frecuencia, predominando las alteraciones subclínicas, que tienen gran impacto en la eficiencia productiva de los animales. Se reconocen como causas principales, los conflictos que establecen entre los ingresos de nutrientes en transformación y los egresos.

En el primer grupo de causas, podemos citar las cantidades insuficientes de nutrientes que entran al organismo, como sucede en las enfermedades carenciales, trastornos digestivos y la intensificación de los procesos productivos y reproductivos. La patogenia de este grupo de enfermedades se puede esquematizar, como se observa en la figura 1, es importante notar que la reversión del proceso es fácil a partir de la alteración funcional, no así cuando se establece la lesión anatómica, de ahí la importancia del diagnóstico anticipado del desbalance.

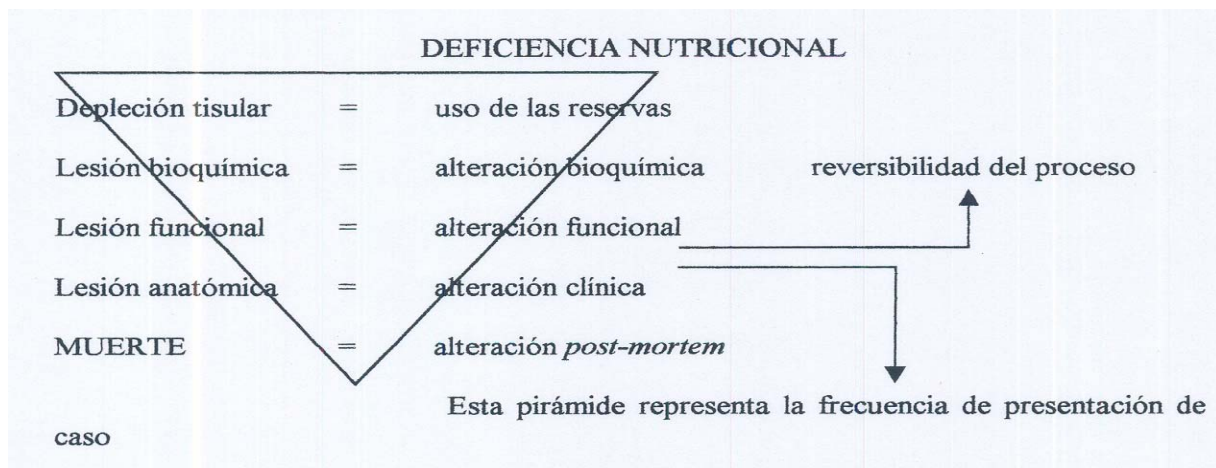


Figura 1. Patogenia de las enfermedades carenciales.

En el segundo grupo se incluyen los excesos en los ingresos, cuyas cantidades son mayores a las que se eliminan del organismo. Tal es el caso de los efectos tóxicos por el exceso consumo de determinado nutriente o cuando se producen grandes cantidades de un metabolitos.

Un tercer grupo de causas se relaciona con alteraciones en la biotransformación, bien por insuficiencia fisiológica de un órgano o por incapacidad de éste, al instaurarse determinadas patologías (Álvarez, 1999a). '

La explotación intensiva del bovino lechero impone serios esfuerzos a su metabolismo y lo coloca en una situación sanitaria particular, por la tendencia a la disminución de las enfermedades infectocontagiosas y al incremento de los disturbios metabólicos y las enfermedades carenciales. Por otra parte, las altas producciones llevan implícito el suministro de raciones, donde al forraje se le suman mezclas industriales, residuos de la producción agrícola de la industria, Y sales minerales. Ello, modifica el patrón de fermentación ruminal, el estado metabólico y por consiguiente la bioquímica sanguínea (Álvarez, 1999b).

Por lo anterior, el estudio de la bioquímica sanguínea ha ganado importancia en los últimos años y actualmente se ha definido como perfil metabólico. En el sentido más amplio del concepto, podemos definir al perfil metabólico como un examen paraclínico empleado en el diagnóstico de las enfermedades de la producción, mediante el cual se determina, en grupos representativos de animales, la concentración de varios constituyentes orgánicos que son indicadores del balance de algunas vías metabólicas y se comparan sus resultados con los valores de referencia de la población (Álvarez *et al.*, 1995).

El perfil metabólico debe orientarse hacia metabolitos que revelen el estado de estrés, balance iónico, nivel nutritivo y estado del animal, de forma tal que contribuya a la integridad del diagnóstico clínico y con ello, a la definición de las alteraciones metabólicas. La determinación del estado metabólico junto a la estimación de la condición corporal de la hembra, constituyen herramientas valiosas de trabajo en la estructuración de un programa adecuado de atención a la reproducción. El perfil metabólico no constituye un esquema rígido de trabajo, pues el número de indicadores que lo integran pueden ser seleccionados en función de la problemática a evaluar. Los metabolitos que se seleccionen deben tener concentraciones en el fluido biológico lo suficientemente estables como para tomar confiabilidad en sus muestreos y tiene que existir basamento fisiológico de interpretación cuando se determinen concentraciones anormales (Dehning, 1988a).

Se conocen dos grandes grupos de indicadores metabólicos: metabolitos convencionales y no convencionales.

En el primer grupo se encuentran las constantes hematoquímicas comúnmente determinadas, como: volumen globular aglomerado, hemoglobina, glucosa, urea, proteínas totales, albúminas, globulinas, calcio, fósforo inorgánico, magnesio, potasio y sodio. Estas variables son las principales representantes de las vías metabólicas involucradas en la producción; sus concentraciones sanguíneas están reguladas, en la mayoría de los casos, por el balance entre el aporte de la dieta y sus productos o vías de eliminación.

En el segundo grupo se involucran los indicadores de acuerdo a la problemática que se sospecha. Así es posible encontrarse entre otros, los oligoelementos como cobre, cinc,

indicadores de funcionamiento hepático, tiroxina, transaminasas, bilirrubina, colesterol y cuerpos cetónicos entre otros (Calamari *et al.*, 1986).

Para poder establecer cualquier desvío nutricional o patológico de los indicadores del perfil metabólico, hay que considerar las cantidades que se ofertan de otros elementos con los cuales se establecen relaciones metabólicas, como sucede con la urea, dependiente, tanto del aporte proteico, como del nivel energético de la ración (Álvarez, 1999b).

Cuando el suministro de energía es deficiente se llega fácilmente a que toquen los niveles de la hipoglicemia. En muchos de estos casos se observará simultáneamente un ascenso en la concentración de bilirrubina sérica, mediante lo cual se alcanzarán rápidamente los estadios de acetonemia subclínica o clínica evidente. En vacas que antes parto, muestran depósitos notables de grasa, se encontrarán niveles elevados de glucosa en el antepartum. Inmediatamente después del parto, estos animales comienzan a entrar en hipoglicemia y presentan un incremento en la concentración de cuerpos cetónicos (Dehning, 1988a).

Valores bajos de glucosa se encuentran en animales con involución uterina retardada, en los cuales se presenta simultáneamente el riesgo de la aparición de catarros genitales puerperales y post-puerperales. En los rumiantes, la primera señal bioquímica de hipofecundidad es, sin duda, la influencia de los bajos niveles de glucosa sobre la actividad diencefálica, al inhibir o retardar la liberación del factor generador de pulsos hipotalámicos para la FSH y LH. Valores de glucosa sanguínea por debajo de 40 mg/100mL se relacionan con ausencia de la ovulación, estados degenerativos de los óvulos, aumentos en el intervalo parto-concepción, quistes ováricos, calores prolongados y ovulaciones retardadas. Los valores normales para la glucosa dependen del estadio de gestación y del estadio de lactancia en el cual se encuentren los animales y se sitúan en los siguientes rangos: antes del parto y a partir de la sexta semana post-parto 50 mg/ mL (2.78 mmol/L) y entre la primera y quinta semana post-parto > 40 mg/mL (2.22 mmol/L) (Dehning, 1988a; Hincapié, 1995).

Los valores de glucosa en sangre se pueden encontrar aumentados en otras enfermedades como: diabetes mellitus, pancreatitis aguda y crónica, administración prolongada de corticosteroides, infusiones de glucosa, alimentación excesivamente rica en carbohidratos; de igual manera se pueden encontrar disminuidos en casos de hiperinsulinismo, tumor pancreático, hipotiroidismo, insuficiencia hepática marcada, toxemia del embarazo y malnutrición (Benjamín, 1988).

Los esteroides constituyen, junto a los terpenos, la fracción lipídica no saponificable en la cual se agrupan los derivados del núcleo ciclopentano-perhidrofenantreno. Dentro de los esteroides más conocidos se encuentra el colesterol los ácidos biliares, las hormonas sexuales, los glucocorticoides y los mineralocorticoides; el colesterol, principal representante de los esteroides en el organismo, se considera esencial por realizar importantes funciones: precursor de las hormonas esteroideas y de los ácidos biliares y elemento estructural de las lipoproteínas (Álvarez, 1999a).



La determinación de la concentración de colesterol es muy importante por su relación directa con la glándula tiroidea, la cual regula a su vez el metabolismo del calcio. Novillas que presentan valores alterados de colesterol experimentarán mayores trastornos reproductivos durante su vida reproductiva, que aquellas que muestran valores fisiológicos (Dehning, 1988b).

Es importante tener en cuenta tanto los valores que se sitúan por encima como los que están por debajo de lo normal fisiológicamente. Es frecuente observar hipocolesterolemia en vacas caídas por fiebre de leche y la disminución de valores por debajo de los fisiológicos normales se pueden detectar ya antes del parto. Esas concentraciones sanguíneas permanecerán por debajo de las de animales sanos aún por mucho tiempo después del parto. Mediante una determinación de colesterol ante-partum, se podría entonces reconocer oportunamente a los animales que se encuentran en condiciones de sufrir la fiebre de leche y, de esta manera, se podría instaurar una terapia profiláctica. Valores desviados de los normales se encuentran también cuando hay catarros genitales. De la misma manera, se han encontrado niveles correspondientes a hipo o hipercolesterolemia relacionados con alteraciones quísticas en los ovarios, así como con otros trastornos ovárico (Dehning, 1988a; Hincapié, 1995).

Como valores normales, otra vez tomando en cuenta el estadio de gestación y lactancia, se consideran los siguientes: hasta la cuarta semana antes del parto  $130 \pm 30$  mg/100 mL ( $3.4 \pm 0.8$  mmol/L); tres semanas antes del parto hasta dos semanas post-parto  $85 \pm 15$  mg/100 mL ( $2.2 \pm 0.4$  mmol/L); a partir de la tercera semana post-parto  $160 \pm 15$  mg/100mL ( $4.1 \pm 0.4$  mmol/L) (Dehning, 1988a).

Álvarez (1999a) demostró que las concentraciones plasmáticas de colesterol se incrementan a medida que aumenta el porcentaje de sangre cebú bajo iguales regímenes de alimentación y manejo, lo cual sugiere un mejor aprovechamiento y/o producción de los precursores de la síntesis lipídica. Ello sugiere la posibilidad de evaluar este indicador como parámetro de rusticidad o resistencia en las condiciones tropicales.

Los valores del colesterol sérico se pueden ver incrementados también por: hipotiroidismo, diabetes mellitus, pancreatitis, enfermedad hepatocelular, obstrucción biliar, gestación, administración prolongada de corticosteroides y se observan valores disminuidos en los casos de hipertiroidismo y dietas bajas en grasas saturadas (Benjamín, 1988).

Los triglicéridos son los principales componentes de los depósitos en el tejido adiposo y de la grasa de la leche. Los triglicéridos plasmáticos son los principales precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la grasa de la leche. Los triglicéridos de la dieta, los diglicéridos de las lipoproteínas y el acetato, son los precursores principales de los triglicéridos del tejido adiposo en los rumiantes (Dukes y Swenson, 1981).

Los valores de referencia reportados para vacas lecheras en el trópico son de  $0.288 \pm 0.90$  mmol/L, pero estos valores varían con la etapa de la lactación .

En cuanto al nivel de urea sanguínea, este constituye un indicador muy sensible del suministro de proteína a los animales. A medida que aumente el nivel de proteína en el alimento se eleva la concentración de urea sanguínea. Relacionando su nivel con el de glucosa sanguínea se puede determinar un exceso absoluto de proteína (un exceso de proteína y suministro adecuado de energía dará urea alta! glucosa normal) o relativo (un suministro de proteína alto o adecuados requerimientos y de una deficiencia de energía dará urea alta/glucosa baja). Los valores normales en el suero sanguíneo oscilan entre 18 - 35 mg/ dL (3.0 - 5.8 mmol/L) (Dehning, 1988a).

Cuando hay un exceso de proteína, hay una intensa producción de amoníaco que provoca sobrecarga del hígado y alteraciones hepáticas subclínicas. Por esta razón, los trastornos reproductivos que se observan son idénticos con ocasionados por alteraciones del funcionamiento hepático. Animales que muestran incrementos en las concentraciones de urea durante el antepartum, ya desde este mismo tiempo se muestran con frecuencia afectados por acetonemias subclínicas y trastornos de la fertilidad (Dehning, 1988b; Hincapié, 1995).

Bajo condiciones normales, el amoníaco que escapa de los procesos de síntesis microbiana pasa directamente a través de la pared ruminal y por vía portal llega al hígado para su conversión en urea. Este proceso se desarrolla con relativa eficiencia, y las concentraciones de amoníaco en la circulación periférica permanecen muy bajas, pero al ser dependientes del consumo de proteínas, la variabilidad de la uremia es muy manifiesta. Una vaca que tiene bajo consumo de proteínas tiene una baja concentración de urea plasmática de 2 mg/100 mL Y con una alta ingestión una de 30 mg/mL. Es decir que el organismo no dispone de un buen mecanismo de homeostasis para mantener constante los niveles de urea, dificultando con ellos la definición de valores normales o de referencia (Álvarez, 1999a).

Este indicador, principalmente cuando el nivel es alto, se puede relacionar con los siguientes factores: a) aumento del consumo proteico b) suministro de proteínas fácilmente digeribles o alto nivel de nitrógeno no proteico que motivan mayor absorción de amoníaco en el rumen y, por consiguiente, aumento en la síntesis de urea por el hígado c) aumento del catabolismo tisular producido por ayunos prolongados d) consumo reducido de energía que provoca una disminución en la síntesis de proteína microbiana y favorece la elevación del pH ruminal con incremento en la absorción de amoníaco (Álvarez, 1999b).

Existen dos enzimas la AST (aspartato amino transferasa anteriormente U8mada transaminasa glutámico oxaloacética GOT) y la GPT (transaminasa glutámico pirúvica), las cuales constituyen ayudas adicionales para el diagnóstico de la aparición de alteraciones hepáticas subclínicas. La AST cataliza la transferencia del grupo alfa-amino del ácido aspártico a ácido alfa-cetoglutarico, produciendo la formación de ácido oxaloacético y ácido glutámico respectivamente. La GPT cataliza la transferencia de un grupo amino (NH<sub>2</sub>) de un ácido alfa amino a un ácido alfa-ceto formando un nuevo aminoácido y un nuevo cetoácido (Benjamín, 1988).

Estos dos parámetros considerados conjuntamente con la bilirrubina constituyen indicadores buenos de errores en la alimentación que provocan estrés e inclusive daño hepático, tal como ocurre en los casos de acidosis del rumen debido a deficiencia de fibra, o cuando se presentan deficiencias de energía o excesos de proteína en la ración. Al contrario de lo que ocurre en los humanos, las concentraciones de bilirrubina total en los bovinos son tan extraordinariamente bajas (humano 2 mg % vs bovino 0.2 mg %), por lo que solo en casos muy raros podría diagnosticarse una ictericia por la sola inspección (Dehning, 1988b; Hincapié, 1995).

Los valores normales de bilirrubina se mueven entre los siguientes

rangos:

Antes del parto: 0.30 mg/100 mL

1-2 semanas después del parto: 0.45 mg/100 mL

Concentraciones elevadas de bilirrubina se observan también en casos de acetoneurias clínicas o subclínicas, concurriendo con niveles de glucosa disminuidos. Valores de bilirrubina elevados en presencia de niveles fisiológicos de glucosa constituyen un indicio de acidosis del rumen y en ese caso los niveles de calcio pueden encontrarse disminuidos. Vacas que presentan retención de placenta pueden mostrar, ya desde antes del parto, concentraciones elevadas de bilirrubina en el suero.

Un exceso en el suministro de nutrientes durante el periodo seco conduce a sobrecargas hepáticas que son acompañadas con un incremento de la actividad enzimática. Además de la magnitud de los daños hepáticos (ligeros, medianos y severos), en muchos casos es posible obtener indicios acerca del desarrollo y duración de los trastornos hepáticos, como ocurre en las alteraciones agudas del hígado, en las cuales se presenta una elevación mayor de AST/GPT. Cuando se trata de un trastorno crónico estos valores tienden a ser menores y se incrementa la GLDH. Se distingue actualmente en la clínica sanguínea una forma aguda-crónica, en la cual la AST y GPT se encuentran incrementadas en la misma proporción (Dehning, 1988a).

Los valores normales de ambas enzimas se encuentran dentro de los siguientes

rangos: AST antes del parto < 35 U/L

1-2 semanas post-parto < 45 U/L

GPT rango entre 4-11 U/L

Valores elevados de estas enzimas se encuentran con frecuencia antes del parto en vacas gordas. Estos pueden ser establecidos con varias semanas de anticipación al parto y significan que el paciente movilizó grasas antes, durante o en el postparto. Además de los excesos nutricionales también las deficiencias y específicamente la de energía, durante las primeras semanas después del parto, ocasionan trastornos funcionales muy rebeldes y de larga duración (Dehning, 1988b).

Vacas con catarros genitales puerperales o post-puerperales muestran ya desde el antepartum valores de la AST y GPT más altos que los animales sanos, lo cual quiere decir que las causas de los trastornos reproductivos aparecen desde varias semanas antes

del parto. Esta actividad incrementada de la AST y GPT se mantiene durante varias semanas después del parto, lo que no ocurre en animales sanos. De la misma manera, la acetonemia y la paresia puerperal cursan con notable aumento de actividad de la enzima AST. Igualmente, en animales que presentan valores hepáticos patológicos de 4 a 6 semanas antes del parto, la proporción de trastornos puerperales, catarros genitales, trastornos ováricos e inclusive alteraciones metabólicas, es mayor que en aquellos animales cuyos valores hepáticos son ligeramente desviados o completamente normales. De otro lado, en animales que presentan valores patológicos, la tasa de preñez a la primera inseminación es aproximadamente 15% menor que en los animales con valores normales (Dehning, 1988a; Hincapié, 1995).

Otras enzimas muy importantes en la evaluación clínica del perfil metabólico son las Fosfatasas alcalinas (F AS). Estas enzimas participan en la hidrólisis de los monoésteres del fosfato a un pH alcalino (aproximadamente 9) y son importantes para el transporte del azúcar y los fosfatos en la mucosa intestinal, túbulo renales, placenta y hueso. Valores incrementados de esta enzima reflejan coléctasis intrahepática y extrahepática, obstrucción biliar, diferentes grados de necrosis hepática, cambio graso hepático, esteatosis y amiloidosis y congestión pasiva, además de todos los trastornos reproductivos mencionados anteriormente en las patologías hepáticas; los valores normales de esta enzima oscilan entre 0 -38 UI/L (Hincapié, 1995).

La mayoría de los perfiles metabólicos reportados por la literatura incluyen el estudio de la línea roja y blanca del tejido sanguíneo, debido a las interrelaciones que se establecen con la mayoría de los metabolitos convencionales cuyas necesidades metabólicas exigen de un óptimo nivel de células rojas de la sangre.

Los valores de Hb constituyen un buen indicador del consumo proteico, aun cuando existe deficiencia de proteínas, disminuye la concentración de Hb y el fallo resultante es un cuadro de anemia. Otros factores interactuantes en la desnutrición también pueden producir esta alteración, en especial la deficiencia de hierro, cobre y cobalto, indispensables para la síntesis de hemoglobina. El rango normal para la Hb, está comprendido entre 8.3 y 13.5 g/100 mL con una media de 11.2 g/mL. Estos valores pueden variar según la edad, el parto y las variaciones diurnas y estacionales. Las concentraciones son menores en la última etapa de la gestación y en la lactancia temprana, con valores mínimos en los 30 a 120 días post-parto. Las concentraciones de Hb se ven disminuidas en los procesos de cetosis aguda y crónica y acidosis metabólica.

El hematocrito (Hct) hace referencia al volumen de eritrocitos respecto al volumen total de sangre. El volumen de los eritrocitos en sangre normal es directamente proporcional a su número y a la cantidad de hemoglobina (Kelly, 1976; Blood y Studdert, 1988). Los valores de referencia utilizados en los bovinos oscilan entre 28.3 a 42.3% con una media de 35%. Valores elevados están relacionados con procesos de deshidratación y valores bajos hacen referencia a anemias con trastornos hepáticos.

Los leucocitos, se pueden encontrar aumentados (leucocitosis) o disminuidos (leucopenia). La leucocitosis puede ser el resultado de un aumento general del número de

glóbulos blancos, pero suele ser atribuible con más frecuencia a un aumento desproporcionado de uno de los principales grupos- neutrofilia o linfocitosis-. En general, los valores normales de leucocitos en bovinos adultos oscilan entre 6,000 a 10,000 /mm<sup>3</sup>; el recuento total de leucocitos proporciona una base para valorar la capacidad de reacción de la médula ósea a la infección bacteriana, mientras que la proporción de neutrófilos inmaduros está relacionada con la severidad de la infección (Kelly, 1976).

Los linfocitos son los encargados de mediar la inmunidad por células (linfocitos T) y la inmunidad humoral (linfocitos B); entre otros se presenta linfocitosis en casos de cetosis aguda y crónica (Hincapié, 1995). Por otra parte se puede presentar una disminución en los valores séricos en casos de terapias prolongadas con corticosteroides, estrés térmico, diarrea viral bovina y algunas otras entidades de origen viral. Los valores normales están entre 40 - 70% (Kelly, 1976).

La fagocitosis y digestión del material extraño (bacterias y otras partículas de materia) es llevada a cabo por los neutrófilos por lo que en ocasiones se les conoce como macrófagos. Poseen en su interior una gran cantidad de enzimas, dentro de las cuales las principales son la fosfatasa alcalina, fosfatasa ácida, RNAasa, DNAasa, lipasa, estearasa y proteínas antibacterianas. Los valores en bovinos oscilan entre 15-40%. La neutrofilia (incremento en el recuento) se presenta en los casos de liberación endógena de corticosteroides, intoxicaciones agudas y crónicas, neoplasias, trastornos metabólicos, situaciones de estrés. La neutropenia (disminución) se presenta principalmente en los casos de cetosis aguda y crónica en bovinos y choque anafiláctico (Kelly, 1976; Benjamín, 1988).

Los monocitos son las células más grandes de la serie de leucocitos ; tienen su origen en el sistema retículoendotelial. Su función principal, es hacer frente a los agentes específicos causantes de procesos infectivos crónicos. Los valores de referencia en bovinos oscilan entre 3-10% . Hay (monocitosis) en los casos de estrés, liberación masiva de corticosteroides endógenos, durante la fase de recuperación de los procesos supurativos, piómetra, retención de placenta (Kelly, 1976).

Los eosinófilos tienen como función principal la neutralización de la histamina, la serotonina y la bradisinina, produciendo un efecto anti-inflamatorio. Los valores de referencia en bovinos son: 2-20%. Se presentan incrementos (eosinofilia) en los casos de acidosis ruminal, láctica y metabólica, alergias de etiología variada, durante el estro, parasitosis, reacción anafiláctica, durante el periodo de secado de las vacas, miositis; los valores bajos (eosinopenia) se encuentran en los casos de estrés por enfermedades ya sean agudas o crónicas, intoxicaciones alimentarias, cetosis aguda y crónica (Kelly, 1976; Hincapié, 1995).

En general, la capacidad de un animal para ajustarse a un balance nutricional dependerá del volumen de sus reservas corporales, de ahí la estrecha interrelación de los perfiles metabólicos y la determinación de la condición corporal de las vacas. Los balances nutricionales negativos son la causa de la mayoría de las enfermedades de la producción

y si bien es normal cierto grado de deficiencia al inicio de lactancia, la línea entre la normalidad y enfermedad es cruzada fácilmente.

Por lo anterior, se propuso realizar una evaluación de la bioquímica sanguínea de las vacas de la unidad de producción de leche especializada, con objetivo de comparar la concentración de varios constituyentes sanguíneos con los valores de referencia en vacas secas, vacas recién paridas, vacas con dos meses post-parto y vacas con problemas reproductivos y determinar las enfermedades metabólicas que puedan estar cursando en el bato.

# **1. MATERIALES y METODOS**

## **2.1 LOCALIZACION**

El estudio se llevó a cabo en el hato de leche especializado del Zamorano, ubicado a 37 Km. de Tegucigalpa, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm, a una altura de 800 msnm y una temperatura promedio anual de 24°C; durante los meses de marzo a junio.

## **2.2 ANIMALES**

Se utilizaron 70 vacas de las razas Holstein, Jersey y Pardo Suizo, distribuidas en 5 grupos de acuerdo al protocolo registrado en la Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico por Álvarez (1999a):

Grupo 1: 14 secas (30 días antes del parto)

Grupo 2: 14 recién paridas (15 días post-parto)

Grupo 3: 14 en pico de lactancia (60 días post-parto)

Grupo 4: 14 en final de lactancia (lactancia tardía)

Grupo 5: 14 con problemas (vacas con trastornos reproductivos y baja condición corporal persistente).

## **2.3 TRATAMIENTOS**

Se tomaron dos muestras de cada uno de los grupos con un intervalo de 50 días; en cada muestra se recolectaron 12 cc de sangre entera, de los cuales se utilizaron 10 cc sin anticoagulante para el análisis del suero sanguíneo y 2 cc con anticoagulante para determinar la línea roja.

Se utilizó el método de venipuntura en la vena coccígea, utilizando jeringas de 12 cc con aguja 21 x 1 ~ pulgadas de longitud, previa desinfección del sitio de toma de la muestra; todas las muestras fueron recolectadas entre las 6 y 8 am

Las muestras para determinar los metabolitos en el suero fueron centrifugadas a 5,000 rpm durante 15 minutos y luego se separó el suero del coagulo utilizando tubos de ensayo estériles, los cuales posteriormente fueron refrigerados a 4°C y enviados el mismo día al laboratorio para su análisis. Los análisis fueron realizados en Tegucigalpa en Laboratorios Molina.

Los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación.

## **2.4 VARIABLES ANALIZADAS**

Se analizaron las siguientes variables:

Glucosa sérica (mg/dL)  
Colesterol total (mg/dL)  
Triglicéridos (mg/dL)  
Urea sérica (mg/dL)  
AST (aspartato amino transferasa U/L) GPT  
(transaminasa glutámico pirúvica U/L) FAS  
(fosfatasas alcalinas U/L)  
Hb (hemoglobina g/100 mL)  
Hct (hematocrito VPC)  
Linfocitos (%)  
Neutrófilos (%)  
Monocitos (%)  
Eosinófilos (%)  
Condición Corporal (escala 1-5)

## **2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), distribuyendo los animales en 5 grupos de 14 animales cada uno.

## **2.6 ANALISIS ESTADISTICO**

La diferenciación de un valor normal o uno patológico se complica, no solo por el hecho de que lo normal abarca un rango más o menos ancho sino porque, además, en la mayoría de los casos el rango normal y el patológico se sobreponen, dificultando la decisión en el rango en que ocurre. Por ello el análisis de Rango de Diagnóstico Habitual tiene como objetivo detectar un valor anormal antes de que llegue a valores patológicos. Para ello se determinan el promedio y la desviación estándar y se fijan el límite inferior del diagnóstico habitual entre  $X \pm 1.35 Y$  el límite superior de diagnóstico habitual entre  $X \pm 2.35 Y$  los valores comprendidos entre  $\pm 1.35 Y \pm 2.35$  se consideran como sospechosos (Álvarez, 1999a).



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. GLUCOSA SERICA

En la tabla 1 se presentan los valores de glucosa en los diferentes grupos.

Tabla 1. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para glucosa (mg/dL).

Grupo	lidh (mg/dL)	Valor medio (mg/dL)	lsdh (mg/dL)
Recién paridas	59.00	60.35 :t 11.57	62.70
60 días post-parto	61.22	62.57 + 9.00	64.92
Lactancia tardía	52.50	53.85 :t 9.08	56.20
Vacas secas	71.22	72.57 :t 9.53	74.92
Vacas problema	61.43	62.78 :t 9.18	65.13

lidh = límite inferior de diagnóstico habitual

lsdh = límite superior de diagnóstico habitual

El 50% de las vacas recién paridas analizadas presentan valores por debajo del límite inferior de diagnóstico habitual (lidh=59 mg/dL), entrando en valores correspondientes a la hipoglicemia; el 14.28% está dentro de los valores normales y el 35.71% presenta valores muy por encima del límite superior de diagnóstico habitual (lsdh=62.70 mg/dL) entrando en los límites de la hiperglicemia. Estos valores de hipoglicemia e hiperglicemia coinciden con los reportes de Dehning (1988a) en los cuales se considera que los valores que se encuentran inmediatamente después del parto y/o bajo las condiciones de estrés del mismo, inicialmente incrementan hasta alcanzar los rangos de la hiperglicemia y tan pronto se agotan las reservas de glicógeno caen en el rango de la hipoglicemia, exacerbándose este comportamiento aún más en las vacas de alta producción.

Así mismo, Álvarez (1999a) opina que estos cambios en las concentraciones de glucosa se observan durante el periodo de transición de la gestación a la lactancia, asociados con el balance energético negativo que caracteriza la lactancia temprana y, ocasionalmente, durante los primeros meses de la gestación. En vacas lecheras de alta producción, la disminución de la glicemia se presenta frecuentemente con una producción de leche con bajo contenido de sólidos no grasoso. Contrariamente, los valores altos predominan en vacas que consumen dietas a base de cereales (alimentos concentrados) o cuando el rebaño tiene libre acceso a pastos de óptima calidad. En los rumiantes, la primera señal bioquímica de hipo fecundidad, lo constituyen los bajos niveles de glucosa sobre la actividad diencefálica, principalmente por la inhibición o retardo del factor generador de pulsos hipotalámicos para la LH y FSH.

En grupo con 60 días post-parto, un 64.28% está en hipoglicemia con valores por debajo del límite inferior de diagnóstico habitual (61.22 mg/dL); un 21.42% se encuentra por encima del límite superior de diagnóstico habitual (64.92 mg/dL) y solo un 14.28% están dentro de los rangos aceptables. Lo anterior refleja el concepto clásico del balance negativo de nutrientes durante la lactancia temprana y con ello una disminución de la

glicemia. Estos bajos valores afectan considerablemente el reinicio de la actividad ovárica post-partal, además que los animales presentan una baja condición corporal como se analizará más adelante. Es de anotar que aunque se encuentran en hipoglicemia, el porcentaje es menor comparado con el grupo de las vacas recién paridas, lo que demuestra que los animales comienzan a estabilizar sus requerimientos de producción, reproducción y mantenimiento. Similares observaciones han realizado Dehning (1988a) y Álvarez (1999a).

En las vacas en lactancia tardía, el 42.85% del grupo presenta hipoglicemia con valores por debajo del límite inferior de diagnóstico habitual (52.5 mg/dL); el 28.57% se encuentran dentro de los valores normales y 28.57% están dentro de los valores de la hiperglicemia relativa, sobrepasando el límite superior de diagnóstico habitual (56.2 mg/dL). En general se observa como en este grupo los animales presentan una recuperación en cuanto a los valores de glicemia se refiere, denotando una mejoría en la condición corporal y en su comportamiento reproductivo.

En las vacas secas un 71.42% de las vacas comienzan a presentar valores por debajo del límite inferior de diagnóstico habitual (71.22 mg/dL) lo cual redundará en una baja condición corporal y por ende repercutirá en trastornos reproductivos post-parto afectando además la producción de esa lactancia. Solo el 28.57% del grupo presenta valores dentro de los niveles normales para el límite superior de diagnóstico habitual (74.92 mg/dL) Álvarez (1999a) y Álvarez (1999b) opina que con valores bajos de este parámetro las vacas secas, no serán capaces de recuperarse del desgaste sufrido durante la lactancia, por lo tanto el parto es muy probable se suceda con dificultades, no se obtenga una cría muy viable y la nueva lactancia no será óptima en calidad y cantidad.

En las vacas problema un 42.85% presentó valores por debajo del límite inferior de diagnóstico habitual (61.43 mg/dL), lo que aunado a los otros parámetros que se analizarán más adelante y la condición corporal, demuestran un detrimento marcado en su condición física y por ende las repercusiones en el aspecto reproductivo. Solo el 7.14% del grupo presenta valores normales y un 35.71% están por encima del límite superior de diagnóstico habitual (65.13 mg/dL). Lo anterior demuestra nuevamente el serio problema energético que se presenta en el hato. Nuestros resultados coinciden con los reportes realizados por Álvarez (1999a) en los cuales se indica el efecto de la hipoglicemia como uno de los principales factores que alteran la reproducción bovina causando ausencia de la ovulación, estados degenerativos de los óvulos, incremento del intervalo entre partos y entre parto concepción y un aumento del número de servicios por concepción (En la tabla 1 se expresan los valores obtenidos para este parámetro).

### 3.2. COLESTEROL

En la tabla 2, se pueden apreciar los diferentes valores diagnósticos encontrados para este parámetro.

Tabla 2. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para colesterol (mg/dL).

Grupo	Lidh (mg/dL)	Valor medio (mg/dL)	Isdh (mg/dL)
Recién paridas	82.36	83.71 ± 9.56	86.06
60 días de parto	134.29	135.4 ± 45.26	136.99
Lactancia tardía	135.36	136.71 ± 19.88	139.09
Vacas secas	108.79	110.14 ± 17.67	112.49
Vacas problema	152.05	153.42 ± 49.35	155.77

Lidh = límite inferior de diagnóstico habitual

Isdh = límite superior de diagnóstico habitual

El grupo de vacas recién paridas presentó una media de 83.71:±9.56 mg/dL que es normal. Sin embargo al analizar los valores utilizando los datos de diagnóstico habitual un 35.71% de las vacas presenta hipocolesterolemia con valores por debajo del lidh (82.36 mg/dL); un 28.57% presentan hipercolesterolemia, con valores por encima del Isdh (86.06 mg/dL) y solo un 35.72% de los animales se encuentran con valores dentro del rango normal.

Estos hallazgos aunados a la baja condición corporal y a los bajos niveles de glucosa dan como resultado un cuadro clínico de cetoacidosis. En este grupo un 42.85% de las vacas presentaron diferentes trastornos post-parto como fueron: vacas caídas, fiebre de leche, retraso en la involución uterina. Estos resultados coinciden con las investigaciones hechas por Debning (1988a) e Hincapié (1995), quienes reportan que vacas con hipocolesterolemia presentan cuadro similar.

En el segundo grupo de vacas (60 días post-parto) se encontró un valor medio de 135.64:±45.23 mg/dL, que esta por debajo de los parámetros establecidos por la clínica sanguínea. Al analizar los límites de diagnóstico habitual se encontró que un 57.14% del grupo presentan hipocolesterolemia con valores por debajo del lidh (134.29 mg/dL); un 42.85% se encuentran entre los límites de la hipercolesterolemia con valores por encima del Isdh (136.99 mg/dL). Lo anterior indica una cetoacidosis de tipo crónico, o sea en el tiempo, ya que los animales la presentan recién paridas y la continúan arrastrando durante esta época. Se debe tener en cuenta que durante este periodo las vacas de alta producción presentan un balance negativo de nutrientes por lo que una deficiencia en uno de estos parámetros tiende a exacerbarse más aun durante esta etapa de la lactancia. Esta hipocolesterolemia según Álvarez (1999a) corresponde igualmente a las vacas que han removido grandes cantidades de energía de reserva las cuales comienzan agotarse; de otro lado este mismo autor opina que la hipercolesterolemia se presenta en las vacas de alta producción cuando éstas inician en forma aguda la remoción de sus reservas energéticas

y esto produce severas afecciones reproductivas y productivas, acortando inclusive la duración de la lactancia, incrementando el intervalo de días abiertos y el número de servicios por concepción.

En las vacas en lactancia tardía el valor promedio estuvo por debajo (136.71:1:19.88 mg/dL) de los valores estipulados por la química sanguínea.

Al calcular el lidh (135.36 mg/dL) se encontró un 71.42% de las vacas continúan presentando hipocolesterolemia y solo un 28.57% llegan a los valores normales. Lo anterior demuestra como los animales presentan en una cetoacidosis crónica, relacionada con un desbalance en el aporte energético de las vacas. Esta condición hace que durante esta etapa en la cual "está, finalizando la lactancia y llevan un promedio de 6 a 7 meses de gestación, se de una baja en condición corporal, por ello durante el periodo seco los animales no logran recuperarse de la lactancia y prepararse para el siguiente parto y lactancia, trayendo como consecuencia trastornos en el parto, periparto y puerperio y producción.

El grupo de las vacas secas presentó en igual forma una media por debajo (110.14:1:17.67 mg/dL) del rango normal estipulado en la química sanguínea. Un 42.85% de las vacas presentan valores que están dentro de la hipocolesterolemia severa, ya que presentan valores muy por debajo del lidh (108.79 mg/dL) Calamari *et al.* (1986) y Dehning (1998b) reportan que vacas con valores bajos y con hipocolesterolemia, fiebre de leche, vacas caídas, retención de placenta y trastornos ováricos.

En el grupo de las vacas problemas los valores se acercan al rango normal de diagnóstico ( $153.42 \pm 49.35$  mg/dL). Solo un 50% de las vacas tienen valores levemente por debajo del lidh (152.05 mg/dL) Dehning (1998a y 1998b) afirma que estas concentraciones bajas permanecerán por debajo de las de los animales sanos aun por mucho tiempo más después del parto.

### 3.3 TRIGLICERIDOS

En la tabla 3 se presentan los valores correspondientes a los triglicéridos de acuerdo a los diferentes grupos y límites de diagnóstico.

Tabla 3. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para triglicéridos (mg/dL).

Grupo	Lidh (mg/dL)	Valor medio (mg/dL)	Isdh (mg/dL)
Recién paridas	40.50	41.85 ± 64.67	44.20
60 días de parto	78.00	79.35 ± 113.99	81.70
Lactancia tardía	114.22	115.57 ± 70.29	117.92
Vacas secas	25.36	26.71 ± 10.78	29.06
Vacas problema	56.00	57.35 ± 58.81	59.70

Lidh = límite inferior de diagnóstico habitual

Isdh = límite superior de diagnóstico habitual

En las vacas recién paridas un 78.57% de los animales presentan un valor por debajo del lidh (40.5 mg/dL) Y 21.42% valores por encima del Isdh (44.2mg/dL), mientras en las vacas con 60 días post-parto, un 57.14% presentan valores por debajo de lidh (78 mg/dL) Y un 42.86% por encima del Isdh (81.7 mg/dL).

Este comportamiento de bipotrigliceridemia e bipertrigliceridemia se atribuye, al igual que Alvarez (1999b) Y Benjamín. (1998), a que este parámetro está directamente relacionado principalmente con los componentes de los depósitos en el tejido graso y en la grasa de la leche. Es importante tener en cuenta que este parámetro varía de acuerdo con la etapa de lactación; valores por debajo de lo normal están asociados con animales de baja condición corporal los cuales han removido gran parte de sus reservas energéticas y valores por encima demuestran procesos agudos de remoción de reservas en animales que posteriormente presentarán el cuadro crónico de cetoacidosis.

Las vacas en lactancia tardía presentaron un cuadro de remoción de reservas energéticas, ya que solo un 28.57% de los animales presentan valores de bipotrigliceridemia muy por debajo del lidh (114.22 mg/dL) Y un 71.42% del grupo presentó valores bastantes elevados del Isdh (117.92 mg/dL), lo que demuestra nuevamente que los animales, están utilizando sus reservas para suplir el déficit en producción, reproducción y mantenimiento.

Durante el periodo seco, se presenta una leve mejoría, pero ésta no alcanza a suplir el déficit acarreado de periodos atrás. Solo un 42.85% de los animales presentan valor levemente por debajo del lidh (25.36 mg/dL) mientras que el resto del grupo presentan valores dentro de los rangos aceptables. Lo anterior demuestra que las vacas durante este periodo, por estar secas logran recuperarse un poco, pero no lo suficiente para el trastorno crónico que presentan.

En las vacas problemas un 64.28% tuvieron un valor muy por debajo de lidh (56 mg/dL), mientras que el resto (35.71%) presentan valor por encima del lsdh (59.7 mg/dL). Al igual que el grupo anterior, este grupo presenta un trastorno metabólico crónico en cuanto a la remoción energética. Dehning (1998a) afirma que estas enfermedades metabólicas pueden perdurar, por mucho tiempo luego que se hayan tomado los correctivos, pues los alarmógenos liberados producen afecciones reproductivas que pueden llegar a ser irreversibles a nivel del eje hipotálamo - hipófisis-ovario.

### 3.4 UREA

En la tabla 4 se presentan los valores correspondientes a la urea de acuerdo a los diferentes grupos y límites de diagnóstico.

Tabla 4. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para urea (mg/dL).

Grupo	Lidh (mg/dL)	Valor medio (mg/dL)	Isdh (mg/dL)
Recién paridas	22.57	23.92 ± 8.00	26.27
60 días de parto	27.79	29.14 ± 9.93	31.49
Lactancia tardía	32.50	33.85 ± 5.11	36.20
Vacas secas	26.07	27.42 ± 9.41	29.77
Vacas problema	28.29	29.64 ± 16.85	31.99

Lidh = límite inferior de diagnóstico habitual

Isdh = límite superior de diagnóstico habitual

En las vacas recién paridas se encontraron valores medios (23.92: f:8 mg/dL) relativamente normales; sin embargo un 57.14% de las vacas presentan valores levemente por debajo del lidh (22.57 mg/dL) y un 28.57% presentaron valores levemente por encima del lsdh (26.27 mg/dL).

Dehning (1998a) opina que valores normales o levemente bajos de urea en sangre en conjunto con valores bajos de glucosa coinciden con suministros de proteína exagerados o ajustados a los requerimientos en presencia de deficiencia de energía. Lo anterior causa una intensa producción de amoníaco la cual provoca sobre cargas en el hígado y causa de alteraciones hepáticas subclínicas, lo cual produce situaciones durante el periodo previo y el parto muy desfavorables. Benjamín (1998) opina que los valores de urea en sangre tienden a disminuir a medida que el daño hepático avanza.

En las vacas con 60 días post parto se presentó que un 35.71% del grupo presentó valores levemente inferiores al lidh (27.79mg/dL) Y un 28.57% presentó valores por encima de lsdh (31.49mg/dL), el resto del grupo (35.71%), presentó valores dentro de los rangos estipulados en la clínica sanguínea.

El comportamiento de las vacas en lactancia tardía fue similar a: las del grupo anterior, un 28.57% están levemente por debajo del lidh (32.5 mg/dL) y un 28.57% están por arriba del lsdh (36.2 mg/dL) y un 42.85% presentan valores dentro de los rangos normales.

Igualmente las vacas secas se comportaron como los dos grupos anteriores solo un 28.57% de las vacas presentaron valores levemente inferiores al lsdh (26.07 mg/dL) y un 71.12% con valores dentro de lo normal y/o levemente por encima del lsdh (29.77 mg/dL).

En las vacas problemas se encontró que un 57.14% de ellas presentan valores por debajo del lidh (28.29 mg/dL) y un 42.85% esta por encima del lsdh (31.99 mg/dL); el rango promedio de diagnóstico habitual se encontró entre 29.64:f:16.85 mg/dL.

Estos resultados reafirman los conceptos de Benjamín (1988) y Dehning (1998a) acerca de las afectaciones del proceso de digestión ruminal y posteriormente alteraciones hepáticas subclínicas, aunque es importante tener en cuenta que el bovino no dispone de un mecanismo de homeostasis para mantener constante los niveles de urea en sangre, dificultando con ello la definición de valores normales o de referencia.

Las fluctuaciones de las diferentes afectaciones en la síntesis de hormonas relacionadas con eventos reproductivos, particularmente la de FSH y LH , produciéndose un estado de anafrodisia funcional. En estas condiciones se interfiere también la síntesis de la matriz ósea y aparece la osteoporosis, por tanto, los desórdenes de los huesos pueden presentarse aun cuando el consumo de minerales resulte adecuado. Alteraciones en las patas y pezuñas resultan frecuentes. Por su íntima relación con el metabolismo energético, aparecen fallas en la fermentación ruminal, mayor susceptibilidad a hígado graso y la cetosis (Álvarez, 1998b).

### 3.5 ASPARTATO AMINO TRANSFERASA (AST)/ TRANSAMINASA GLUTÁMICO PIRUVICA (GPT)

En la tabla 5 se presentan los valores correspondientes a la *AST/GPT* de acuerdo a los diferentes grupos y límites de diagnóstico.

Tabla 5. Concentraciones séricas y valores normales de diagnóstico habitual para AST y GPT (UIL).

Grupo	AST		GPT	
	Valor normal UIL	Valor obtenido UIL	Valor normal UIL	Valor normal UIL
Recién paridas	<45	146.851±38.98	<11	22.141±7.14
60 días post parto	<45	152.57±40.85	<11	35.35± 10.97
Lactancia tardía	<45	145±15.19	<11	39.42± 13.33
Vacas secas	<45	140 ± 96.16	<11	26± 7.74
Vacas problemas	<45	137.42 ± 28.08	<11	34.78 ± 9.93

Estas dos enzimas *AST/GPT*, constituyen ayudas adicionales para el diagnóstico de alteraciones hepáticas subclínicas.

Cuando se pueden descartar otras enfermedades tales como alteraciones renales y de los músculos cardíacos y esquelético, las *AST/GPT* pueden considerarse como específicas del hígado. Toda vez que en las alteraciones del músculo esquelético la actividad se incrementa a valores entre 10 y 20 veces superiores a las normales (Dehning, 1998a).

En general en todos los grupos estudiadas, todas las vacas presentaron valores patológicos, suficientes al rango máximo estipulado por la clínica sanguínea de < 45 UIL y < 11 UIL respectivamente, (como se puede ver en la tabla 5)

Estos resultados concuerdan con los valores de los otros parámetros que también indican un daño hepático.

El AST Y GPT altas indica que los animales movilizaron grasas antes, durante y en el post- parto. Dehning (1998a), Dehning (1998b) e Hincapié (1995) opinan que cuando la bilirrubina Y la glucosa están normales, pero el *AST/GPT* están incrementados, hay un daño crónico y si la bilirrubina esta elevada y la glucosa esta disminuida, el problema es agudo; lo que es denominado en la clínica de las enfermedades metabólicas como una cetoacidosis.



### 3.6 FOSFATASAS ALCALINAS (FAS)

Al igual que el parámetro anterior, esta enzima presentan valores suficientes en todos los grupos (cuadro 6) del valor permitido máximo en la clínica sanguínea de 38 UIL.

Tabla 6. Concentraciones séricas y valores normales de diagnóstico habitual para FAS (UIL).

Grupo	Valor normal UIL	Valor obtenido UIL
Recién paridas	38	186.14± 138.21
60 días post parto	38	265.35± 181.40
Lactancia tardía	38	278.00 ± 203.33
Vacas secas	38	208.00± 83.75
Vacas problemas	38	234.71 ± 165.58

Estos valores incrementados, están en íntima relación con los valores de AST/GTP ya que hay una marcada Interacción estas tres enzimas.

Hincapié (1995) indica que valores elevados del F AS coinciden con valores elevados de AST/GTP, diferentes grados de necrosis hepáticas, cambio graso hepático y alteraciones reproductivas severas.

## 17 CONDICIÓN CORPORAL

Los cinco grupos de vacas analizados presentan valores medios muy por debajo de los valores ideales, toda vez que ninguno del grupo llega a la media estipulada. Como se presenta en la tabla 7.

En la tabla 7 se presentan los valores correspondientes a la condición corporal de acuerdo a los diferentes grupos obtenidos en esta investigación.

Tabla 7. Condición corporal de cada uno de los grupos estudiados

Grupo	Condición corporal	Valor ideal de c.c
Recién paridas	2.34 ± 0.21	2.5-3.0
60 días post parto	2.5 ± 0.25	2.5-3.0
Lactancia tardía	2.4 ± 0.31	3.5
Vacas secas	2.38 ± 0.22	3.5-4.0
Vacas problemas	2.42 ± 0.52	

Estos resultados reafirman los hallazgos de los parámetros anteriores, que hacen que se presenten trastornos reproductivos.

### 3.8 HEMOGWBINA (Hb) y HEMATOCRITO (Ht)

En la tabla 8 se presentan los valores correspondientes a la Hemoglobina y Hematocrito de acuerdo a los diferentes grupos y límites de diagnóstico obtenidos en esta investigación.

Tabla 8. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para Hb y Ht (g/100mL Y VPC).

Grupo	Hb (g/100mL)			Ht (VPC)		
	lidh	valor obtenido	Isdh	Iidh	valor obtenido	Isdh
Recién paridas	8.10	9.45 ± 1.93	11.8	26.02	27.37± 5.53	29.72
60 días post parto	7.16	8.51 ± 1.03	10.86	23.22	24.57± 3.84	26.92
Lactancia tardía	7.25	8.60± 0.97	10.95	22.22	23.57± 4.11	25.92
Vacas secas	8.87	10.22 ± 0.81	12.57	27.13	28.48 ± 1.82	30.83
Vacas problemas	7.55	8.90± 1.15	11.25	22.53	23.88± 5.15	26.23

lidh = limite inferior de diagnóstico habitual

Isdh = limite superior de diagnóstico habitual

En las vacas recién paridas el Hb Y Ht presentaron valores bajos, encontrándose para el lidh 8.1 g/100 mL y 26.02 VPC, respectivamente y para el Isdh, 11.8 g/mL. Y 29.72 VPC, respectivamente. Lo anterior indica que UD 8S. 71 % de las vacas tuvieron valores bajo de Hb y solo UD 14.290A» tuvieron valores adecuados. De igual manera UD 78.57% presentó Ht baja y solo un 21.42% tuvo valores aceptables.

En las vacas con 60 días post-parto el comportamiento fue similar para Hb Y Ht hallándose en el lidh 7.16 g/100mL Y 23.22 VPC respectivamente y para Isdh 10.86 g/100mL Y 26.92 VPC respectivamente En este caso 100% de las vacas presentaron bajos niveles de Hb y un 71.42% bajos de Ht Y solo 28.57% presentan valores cercanos al normal.

En las vacas en lactancia tardía el comportamiento fue similar con una alta tendencia a la baja (anemia) tanto de Hb como Ht ; el lidh fue 7.25 g/100 mL. y 22.22 VPC Y para el Isdh fue de 10.95 g/100mL y 25.92 VPC respectivamente. El 100% de las vacas de este grupo presentaron baja Hb y el 71.42% a un bajo Ht.

Las vacas secas se comportaron igual para Hb Y Ht, el lid fue de 8.87 g/100mL Y 27.13 VPC Y para el Isdh fue de 12.57 g/100mL y 30.83 VPC respectivamente. El 100% de las vacas presentan bajo Hb y el 85.71% una baja Ht.

Las vacas problema continúan con el mismo comportamiento para Hb Y Ht, hallándose para el lidh 7.55 g/100 mL. y 22.53 VPC y para el Isdh 11.25 g/100mL Y 26.23 VPC respectivamente. Un 92.85% de las vacas presentaron baja Hb y un 78.57% bajo Ht. Todos los resultados anteriores dan UD diagnóstico general de anemia

Según Hincapié (1995) en las enfermedades metabólicas que la Hb y Ht presentan bajos valores debido a la fuga de proteínas y nutrientes, aunado a la disminución en el apetito de los animales y al daño hepático el cual afecta el proceso de gluconeogénesis.

### 3.9 LINEA BLANCA

Los cinco grupos analizados presentaron el 100 % valores dentro de los rangos normales establecidos por la clínica sanguínea. En la tabla 10 se presentan los valores correspondientes a la línea blanca de acuerdo a los diferentes grupos y límites de diagnóstico obtenidos en esta investigación.

Tabla 10. Concentraciones séricas y valores de los límites de diagnóstico habitual para la línea blanca (%).

Grupo	Linfocitos (%)		Neutrófilos (%)		Monocitos (%)		Eosinófilos (%)	
	Rango normal	Valor obtenido	Rango normal	Valor obtenido	Rango normal	Valor obtenido	Rango normal	Valor obtenido
Recién paridas	40-70	63.72±13.72	15-40	28.71 ±9.02	3-10	1.92±0.82	2-20	2.85 ± 3.32
60 días Post parto	40-70	60.18±11.81	15-40	28.78±7.51	3-10	1.42 ±0.85	2-20	3.42±2.62
Lactancia tardía	40-70	51.37:113.04	15-40	34.00 ±9.25	3-10	1.28 ±1.11	2-20	4.85±3.02
Vacas secas	40-70	61.87±7.81	15-40	24.42 ± 5.12	3-10	2.42±0.78	2-20	3.42±1.39
Vacas problemas	40-70	66.26±10.1	15-40	28.92 ±8.03	3-10	1.28±1.20	2-20	3.28±2.5

Estos valores se ven incrementados cuando se presentan signos clínicos de enfermedades como retención de placenta, piómetras, cetosis agudas, mastitis o laminitis. De las vacas estudiadas ninguna presentaba trastornos clínicos por lo que se deduce la normalidad en estos valores.

Debning (1998a) reporta que a nivel de los procesos crónicos el organismo .tiene a presentar este comportamiento, aunque Hincapié (1995) opina que en una acidosis ruminal se produce irritación de la mucosa del digestivo por la producción de ácido láctico, lo que produce una reacción de hipersensibilidad tipo 1 Y la consiguiente liberación de histamina causando eosinofilia. Además este mismo autor reporta que en los casos de cetosis se presenta neutropenia, linfocitosis y eosinofilia.

#### **4. CONCLUSIONES**

El hato presenta un cuadro clínico de cetoacidosis subclínica de curso crónico, siendo más notorio el trastorno metabólico en el grupo de vacas recién paridas y con 60 días de lactancia post-parto.

Se presentan alteraciones metabólicas desde leves hasta severas en todos los parámetros sanguíneos estudiados, causando en los animales diversos grados de afectación hepática con cambios grasos desde leves hasta moderados.

La condición corporal general del hato se encuentra muy por debajo de las medias ideales, reflejando aun más los trastornos metabólicos.

Se presenta en general un déficit nutricional ocasionado por el desbalance marcado entre energía (fibra)-proteína durante las diferentes etapas fisiológicas analizadas.

Los trastornos metabólicos que sufren las vacas son posiblemente una de las principales causas en la disminución de la eficiencia reproductiva del hato.

## **5. RECOMENDACIONES**

Ajustar los niveles de energía (fibra)-proteína acorde con las etapas fisiológicas que estén atravesando los animales.

Establecer un programa de monitoreo metabólico anual en el hato, a fin de determinar rápidamente las alteraciones metabólicas y tomar los correctivos rápidamente.

Establecer un estricto control de calidad en el alimento que se les proporciona a las vacas a fin de garantizar sus características cualitativas y cuantitativas, además de evitar los cambios continuos en las dietas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AL V AREZ, J. L., HERNÁNDEZ, D., GONZALEZ, J. L., MARGOLLES, E. y PONCE, P. 1995. Influencia de la Alimentación Sobre el Estado Metabólico, Productivo y Reproductivo de las Vacas Lecheras en Condiciones de Pastoreo. Mesa Redonda. IV Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, Ciudad Habana. Resúmenes. 84 p.

AL V AREZ, J. L. 1999a. Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA La Habana, Cuba. 197 p.

AL V AREZ, J. L. 1999b. Sistema Integral de Atención a la Reproducción. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA La Habana, Cuba. 129 p.

BENJAMÍN, M M. 1988. Manual de Patología Clínica Veterinaria. Ed. Limusa, México. 240p.

BLOOD, D.C. y STUDDERT, V.P. 1988. Diccionario de Veterinaria. Madrid, España. 1296 p.

CALAMAR!, L., BERTONI, G., CAPPÀ, V. y MAIANTI, MG. 1986. Value of some new blood chemical test for assessing the metabolic profile in cows. Atti. Della Società do Buiatria. 18: 563.

DEHNING, R 1988a. Diagnóstico y mejoramiento de la Fertilidad en el Hato. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario CICADEP. Serie Monográfica N° 2. Medellín, Colombia. 53 p.

DEHNING, R 1988b. Interrelaciones entre Nutrición y Fertilidad. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario CICADEP. Serie Monográfica N° 3. Medellín, Colombia. 38 p.

DUKES, H. H. Y SWENSON, M. J. 1981. Fisiología de los Animales Domésticos. New York, EUA 1037 p.

HINCAPIE, 1. 1. 1995. Manual de Medicina Interna en Bovinos. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 56 p.

KELL Y, W. R 1976. Diagnóstico Clínico Veterinario. Ed. Aguilar, España. 306-351 pp.