



RESUMEN

TITULO: “PERFIL METABÓLICO ENERGETICO EN GANADO LECHERO”

Con el objetivo de proporcionar un documento bibliográfico a ganaderos, estudiantes de Medicina Veterinaria, Profesionales agropecuarios, sobre la importancia del “Perfil metabólico en el ganado lechero.” Sobre estos trastornos que se presentan con mucha frecuencia en las vacas lecheras en forma subclínica. Los animales pueden llegar a disminuir en un 10 a 25% su producción y baja su fertilidad, aunque en apariencia pueden mostrar buen estado de salud, sin que el propietario se percate de su presencia. Uno de los cambios fisiológicos que experimenta el animal al acercarse a la lactancia es el aumento en sus requerimientos energéticos, que pueden incrementarse hasta un 23% durante el último mes de gestación, además, durante este tiempo el consumo de alimento disminuye hasta un 30%, conduciendo a la vaca a un balance energético negativo que empieza un mes antes del parto, esto se



acentúa en la primera semana postparto y se puede extenderse hasta la séptima semana postparto. El balance energético negativo obliga a la vaca a realizar un ajuste metabólico que se caracteriza por la movilización de sus reservas (lípidos corporales) y por el aumento de la concentración plasmática de ácidos grasos libres. Para evaluar el grado de movilización de los lípidos y la magnitud del desequilibrio energético se han empleado las pruebas químicas séricas denominadas perfiles metabólicos. Es un método de diagnóstico paradínico para detectar alteraciones metabólicas en rebaños lecheros. Los analitos (sustancias) más usados con este propósito son: glucosa, colesterol, triglicéridos, AGL, butiratos beta-hidroxibutirato.

PALABRAS CLAVES: Perfil metabólico, energía, trastornos energéticos, indicadores sanguíneos

Contenido

RESUMEN.....	1
1. Introducción.....	8
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. GENERAL.....	12
2.2. ESPECÍFICO.....	12
3. REVISION DE LA LITERATURA.....	13



3.1. PERFIL METABOLICO.....	13
3.1.1. Concepto.	13
3.1.2. Generalidades.	14
3.1.2. Interpretación y medición de los PM.	15
3.1.3. Estudios de los PM.	18
3.1.4. Campos de aplicación de los PM.	18
3.1.5. Medios en que el PM puede ser empleado.	19
3.1.6. <i>Limitaciones.</i>	21
3.2. METABOLITOS DEL PERFIL METABOLICO.	22
3.2.1. METABOLITOS CONVENCIONALES.	24
3.2.3. METABOLITOS NO CONVECIONALES.	25
3.3. TECNICA DE MUESTREO.	26
3.3.1. Grupo de muestreo.	27
3.4. PERFIL METABOLICO ENERGETICO EN VACAS LECHERAS.	31
3.4.1. CONCEPTO.-	31
3.4.2. Metabolismo energético	31
3.4.3. Generalidades.-	33
3.4.4. Perfil metabólico energético sobre la actividad reproductiva.	36
3.4.5. Demanda de nutrientes y partición de nutrientes durante la lactancia temprana	41
3.4.6. Requerimientos de la glándula mamaria.....	43
3.4.7. Adaptaciones metabólicas y energéticas en las vacas en la lactancia temprana.....	44
3.5. INTERPRETACIÓN DE LOS ANALITOS MÁS IMPORTANTES DEL PERFIL METABOLICO ENERGETICO.....	46
3.5.1. GLUCOSA.	47
3.5.1.1. Antecedentes.	47
3.5.1.2. Valores de referencia.....	48
3.5.1.3. Interpretación.	49
3.5.1.4. Correctivos para el desbalance en la dieta.	52
3.5.2. COLESTEROL.....	52
3.5.2.1. Antecedentes.	52
3.5.2.2. Valores referénciales.	55
3.5.2.3. Interpretación.	55



3.5.2.4. Correctivos en la dieta.	58
3.5.2.5. ALTERNATIVAS AL MEJORAMIENTO DEL BALANCE ENERGETICO .58	
Suplementación lipídica en la dieta de la vaca lechera como alternativa al mejoramiento del balance energético, producción y composición de la leche.....	58
3.5.3. BILIRRUBINA.	65
3.5.3.1. Antecedentes	65
3.5.3.2. Valores referenciales.	65
3.5.3.3. Interpretación.	66
3.5.4. ACIDOS GRASOS LIBRES.....	66
3.5.4.1. Triglicéridos.....	67
3.5.5. BETA-HIDROXIBUTIRATO.	68
3.5.5.1. Antecedentes.	68
3.5.5.2. Valores referenciales.	70
3.5.5.3. Interpretación.	70
4. CONCLUSIONES.....	74
5. RECOMENDACIONES.	75
6. ANEXOS.....	76
ANEXOS I	76
Toma de muestras.	76
ANEXO II.....	79
RUTA METABOLICA DE LOS NUTRIENTES (ENERGIA).	79
ANEXOS III	82
Condición corporal.	82
ANEXOS IV.....	89
CICLO DE KREBS.	89
7. Bibliografía.....	90



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, **ANDRES SANTIAGO AGUILAR CAVINAGUA**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Andrés Santiago Aguilar Caivinagua
010309528-7



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, **ANDRÉS SANTIAGO AGUILAR CAVINAGUA**,
certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos
expuestos en la presente investigación, son de exclusiva
responsabilidad de su autor.

ANDRÉS SANTIAGO AGUILAR CAVINAGUA

010309528-7



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



CURSO DE GRADUACION “BUIATRIA”

**Monografía previo a la
Obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista.**

**“PERFIL METABOLICO ENERGETICO EN GANADO
LECHERO”**

AUTOR:

ANDRES SANTIAGO AGUILAR CAIVINAGUA.

TUTOR:

Dr. JAIME MALDONADO.

CUENCA-ECUADOR

2012



1. Introducción.

La producción de leche mantiene la tendencia creciente entre el 25 y 30% en los últimos años en el Ecuador. El aumento en la producción lechera; es el producto de la selección y mejoramiento genético y el manejo de la alimentación. (1)

El aumento en la producción ha traído como consecuencia, un alza en la incidencia de enfermedades metabólicas, conocidos también como enfermedades de la producción. (3)

Con una elevada producción por lactancia la incidencia de hipocalcemia puede incrementar hasta un 50%; igualmente, la fertilidad se ve disminuida al elevarse la producción de leche, se observa también un aumento en los casos de distocia, retención de placenta, abortos, infecciones uterinas y enfermedades ováricas quísticas. (4)

La alta producción causa alteraciones en la homeostasis, por lo que se considera un factor determinante para la



aparición de enfermedades metabólicas, agravado por la reducción del consumo de materia seca al inicio de la lactancia (5)

Uno de los cambios fisiológicos que experimenta el animal al acercarse a la lactancia es el aumento en sus requerimientos energéticos, que pueden incrementarse hasta un 23% durante el último mes de gestación, además, durante este tiempo el consumo de alimento disminuye hasta un 30%, conduciendo a la vaca a un balance energético negativo que empieza un mes antes del parto, esto se acentúa en la primera semana postparto y se puede extenderse hasta la séptima semana postparto. (2)

El balance energético negativo obliga a la vaca a realizar un ajuste metabólico que se caracteriza por la movilización de sus reservas (lípidos corporales) y por el aumento de la concentración plasmática de ácidos grasos libres (AGL), que bajo condiciones normales son oxidados en el ciclo de Krebs; pero, debido al déficit energético en este periodo, se oxidan en forma incompleta y se transforman en cuerpos cetónicos, el aumento en la movilización de la grasa resulta en un aumento de la captación y



esterificación hepática de AGL en forma de triacilgliceroles, y debido a que los rumiantes sufren una disminución en la liberación de dichos triacilgliceroles, en forma de lipoproteínas de muy baja densidad, se produce una acumulación de lípidos en el hígado en los primeros días después del parto para desaparecer progresivamente a medida que avanza la lactancia, pudiendo alcanzar hasta un 17% del peso del hígado. La vaca esta propensa a la presentación de enfermedades metabólicas postparto. Además, una elevada concentración de AGL es un factor de alto riesgo para distocias, retención de placenta, cetosis, desplazamiento del abomaso y mastitis en el periodo postparto. (1)(2)

Para evaluar el grado de movilización de los lípidos y la magnitud del desequilibrio energético se han empleado las pruebas químicas séricas denominadas perfiles metabólicos, mencionado por primera vez por (Payne en 1970), es un método de diagnóstico paradínico para detectar alteraciones metabólicas en rebaños lecheros. Resultado de un desequilibrio en el ingreso, circulación y egreso de los nutrientes al organismo; por lo que es necesario contar con la evaluación de los indicadores más relevantes y hacer un análisis integral de la situación de la



vaca al inicio de la lactancia. Los analitos (sustancias) más usados con este propósito son: glucosa, colesterol, triglicéridos, AGL, butiratos beta-hidroxitirato. (5) (7)

El uso de perfiles metabólicos y especialmente los que buscan conocer el aporte energético de la dieta. Para tener medidas correctivas en favor de una producción eficiente y sostenible. (2)



2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

- Proporcionar un documento bibliográfico a ganaderos, estudiantes de Medicina Veterinaria, Profesionales agropecuarios, sobre la importancia de “perfil metabólico en el ganado lechero.”

2.2. ESPECÍFICO.

- Revisar la bibliografía actualizada concerniente al perfil metabólico en vacas lecheras, su importancia, explicación e interpretación.
- Elaborar una guía interpretativa de un perfil metabólico energético en ganado lechero.



3. REVISION DE LA LITERATURA

3.1. PERFIL METABOLICO.

3.1.1. Concepto.

Es un examen para clínico 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, indicadores del balance de algunas vías metabólicas y se comparan sus resultados con los valores de referencia de la población. (3)

El perfil metabólico es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos y tiene por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos. (4)(5)

El perfil Metabólico (PM) es un conjunto de analitos que ayuda a valorar el estatus nutricional y refleja la dinámica Metabólica. (6)



3.1.2. Generalidades.

Los análisis sanguíneos han recibido diferentes nombres; se les conoce; entre otros, como valores hematoquímicos; cuadro hematoquímico, sanguíneo, composición química de la sangre, bioquímica sanguínea y más recientemente en el ganado lechero, los perfiles metabólicos.(3)

Los perfiles metabólicos se desarrollaron hace aproximadamente 30 años en Inglaterra. Donde un análisis de sangre, que incluye los sustratos adecuados. Le permitirá al Médico Veterinario obtener la información relacionada con la nutrición y salud y determinar la presencia de uno o más factores de riesgo que puedan incidir en el desempeño productivo del rebaño.(5)

No fue hasta 1970 cuando en la ciudad de Crompton (Inglaterra) un grupo de investigadores Ingleses definió el término de “Perfiles metabólicos”(Payne 1970). Un método de diagnóstico basado en las mediciones hematoquímicas en grupos representativos de animales, que permiten la evaluación de los desórdenes Metabólicos y el estado de



salud y nutricional de los rebaños lecheros en explotaciones intensivas.(7)

En ganado de leche se puede hacer los perfiles metabólicos (PM) durante la gestación o la lactancia, aunque a menudo se realiza antes del parto, cuando una combinación de factores nutricionales y metabólicos contribuye a menudo al desarrollo de trastornos.(8)

Las enfermedades de la producción son provocadas por un desequilibrio entre el ingreso de elementos al organismo (ingestión), su biotransformación (metabolismo), y los egresos (orina, leche) (9)

3.1.2. Interpretación y medición de los PM.

Es uno de los aspectos más difíciles e importantes del examen. Es el médico veterinario a cargo del rebaño quien debe finalmente juzgar la trascendencia que puede tener las alteraciones detectadas, en relación a los problemas específicos y de manejo del predio. Sin embargo, cabe tener presente que los resultados de los PM no tiene valor



en forma aislada, es decir, para el correcto diagnóstico del estado nutricional de un rebaño, deben confrontarse, con los datos provenientes del análisis de los animales, su comportamientos productivos y el manejo al cual han sido sometidos.(9)

Para la medición de los perfiles metabólicos (PM) es necesario contar con:

- Un programa de computación, de fácil interpretación, para el procesamiento de los datos. (Programa R).(9)
- Los valores de referencia y su variabilidad, mediante el estudio de la bioquímica sanguínea de la mayor cantidad de rebaños lecheros.(9)
- Una metodología estadística para el análisis de los resultados y un procedimiento de muestreo del rebaño.(9)



Una correcta evaluación diagnóstica nutricional está basada en los análisis en conjunto de los registros disponibles, la evaluación de las instalaciones y animales, el análisis de la ración alimenticia y la realización del perfil metabólico.(10)

Los PM permiten caracterizar las vías metabólicas de un individuo o un grupo de ellos permitiendo así tener un acercamiento a las características de la ración consumida, ya que el estado de estas vías pueden verse afectada por los desequilibrios en el ingreso y egreso o biotransformación de los ingredientes de la ración consumida por los animales.(5)

A partir de los trabajos de Payne; (1970), el estudio de los perfiles metabólicos se convirtió en una práctica muy frecuente en todo el mundo con la determinación de una amplia gama de indicadores en líquidos y tejidos biológicos capaz de ofrecer una panorámica de la función orgánica individual o poblacional de los rebaños y el estatus nutricional y predecir la posibilidad o la presencia de enfermedades metabólicas y problemas de fertilidad.(11)



3.1.3. Estudios de los PM.

Los PM tienen como objetivo proporcionar tempranamente la interpretación de un estudio de un grupo de vacas sobre sus dietas, en términos de energía, proteína, minerales y elementos de traza. (9)

Objetivos de los PM.

- Evaluar la condición metabólica nutricional de un grupo de animales.
- Diagnosticar la presencia de trastornos metabólicos en un rebaño.
- Mantener un control del balance y condición sanitaria del rebaño.
- Servir de instrumentó de evaluación metabólica en ensayos.(9)

3.1.4. Campos de aplicación de los PM.

Se usan principalmente en bovinos, pero su utilización se ha extendido a otras especies en las cuales se han obtenido excelentes resultados y ahora es una herramienta



de ayuda diagnóstica que permite enfrentar a los diferentes tipos de alteraciones producidas por explotación extensiva e intensiva, medidas de selección o manejo de los animales (carne, leche, lana, etc.)(9)

Aporta gran cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo, tales como desbalances nutricionales, que pudieran incidir en el desempeño productivo y reproductivo del ganado bovino. (4)

3.1.5. Medios en que el PM puede ser empleado.

Un PM no es un examen nutricional, los metabolitos no son indicadores de condición nutricional de los individuos, pero si señalan cuando ha sido alterada la capacidad de homeostasis, siendo por tanto indicadores del balance metabólico de los animales, por esto, un PM constituye un complemento de indicaciones para el nutricionista y para orientar al médico veterinario en sus decisiones.(9)

Para corregir problemas como:



- Problemas en el volumen o en la calidad de la producción de leche.
- Elevada incidencia de trastornos metabólicos.
- Control del balance metabólico de energía, proteína.
- Diagnostico o evaluación de deficiencias minerales.
- Seguimiento de problemas de fertilidad.(9)

El perfil metabólico no reemplaza al examen clínico, pero en ocasiones resulta útil en determinadas operaciones a gran escala en los diversos problemas subclínicos pueden tener en poco tiempo perdidas económicas.(8)

El perfil metabólico debe orientarse hacia metabolitos que revelen el grado de estrés, el balance iónico, el nivel nutritivo y el estado del animal, de tal forma que contribuya a la obtención de un diagnóstico clínico integral y con ella a la definición de las alteraciones metabólicas, su uso se proyecta, además para el control de la prevención de la disminución de la tasa de fertilidad.(7)

Hoy en día, la alteración del estado metabólico y la estimación de la condición corporal de la hembra,



constituye valiosas herramientas de trabajo en la estructuración de un adecuado programa de atención a la reproducción otras aplicaciones de los perfiles metabólicos las encontró la selección animal, tanto en razas de leche como de carne y algunos metabolitos del perfil están ya bajo cierto control de la genética.(3)

3.1.6. Limitaciones.

A pesar de las bondades de esta metodología resulta conveniente destacar las limitaciones que presenta su instrumentación. En primer lugar, los perfiles metabólicos precisan de ciertos desarrollos tecnológicos de los laboratorios para garantizar la contabilidad de los análisis. En segundo lugar, requiere la implantación y validación de técnicas que posibiliten la masificación del diagnóstico y principalmente que corresponda a la sensibilidad de las variables seleccionadas, es decir, que el metabolito objeto de estudio sea sensible al procedimiento analítico, y este libre de la interferencia de otras sustancias que puedan falsear los resultados obtenidos.(3)



Por otra parte, deben resolverse los problemas de especificidad del objetivo de investigación, ya que diferentes alteraciones metabólicas presentan perfiles similares, se requieren entonces profundizar en la anamnesis, puesto que una variable se relaciona con más de un proceso metabólico particular.(3)

Es oportuno considerar que no siempre existe una correlación adecuada entre el nivel de aporte de un nutriente de la dieta y las concentraciones observadas en el sangre fundamentalmente por los variados mecanismos homeostáticos que tienen lugar en el organismo en el metabolismo, en particular, en aquellas que se presenta durante los procesos de absorción.(8)

3.2. METABOLITOS DEL PERFIL METABOLICO.

La determinación del perfil metabólico no constituye un esquema rígido de trabajo, pues el número de indicadores que lo integran pueden ser seleccionados por los médicos veterinarios, en función del problema que se vaya a evaluar.(7)



Metabolitos que se seleccionen deben tener concentraciones en el fluido biológico lo suficiente estables como para que ofrezca confiabilidad en los muestreos; tiene que existir, además basamento fisiológico de interpretación cuando se determinen concentraciones anormales.(7)

En la realización de un perfil metabólico se determinan los diferentes metabolitos sanguíneos relacionados con el estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación) las que están determinadas por el consumo de nutrientes al seguir diferentes vías después de su ingestión en el organismo, el estado de estas vías Pueden verse afectados por los desbalances en el ingreso, transformación o egreso de los ingredientes de la ración consumida por los animales.(10)

Las variaciones en los analitos de los bovinos se han atribuido a distintos estados fisiológicos, sexo, edad, época del año, lactación, gestación, raza, el nivel de producción y la alimentación. (4)



De cada una de las rutas metabólicas se pueden seleccionar indicadores bioquímicos específicos (6)

Se conoce 2 grandes grupos de indicadores metabolitos convencionales y los no convencionales.(3)

3.2.1. METABOLITOS CONVENCIONALES.

Son las constantes hematoquímicas comúnmente establecidas, tales como: volumen globular aglomerado, hemoglobina, glucosa, urea, proteína totales, albuminas, globulinas, calcio, fosforo inorgánico, magnesio, potasio y sodio. Estas variables son las principales representantes de las vías metabólicas más importantes involucradas con la producción. Sus concentraciones sanguíneas en la mayoría de los casos, están regulados por el balance entre aporte de la dieta y sus productos o vías de eliminación. Actualmente este grupo queda reducido, por lo general, a las determinaciones de beta-hidroxidobutirato, las proteínas totales, la albumina y el fosforo inorgánico, pues brinda una información rápida y precisa del metabolismo animal.(7)(3)



Metabolitos convencionales.

Hemoglobina.
Glucosa.
Hematocrito.
Urea.
Proteínas totales.
Albúminas
Globulinas.
Calcio
Fosforo inorgánico, magnesio, potasio, sodio.

(3)

Estas variables son las principales involucradas en la producción. Sus concentraciones están reguladas por el aporte en la dieta y sus productos o vías de eliminación.(7)

Los niveles sanguíneos de glucosa, beta –hidroxibutirato (BHB) y colesterol, así como una adecuada evaluación del puntaje de la condición corporal son considerados buenos indicadores del status energéticos en bovinos.(12)

3.2.3. METABOLITOS NO CONVECIONALES.



Son los indicadores hematoquímico incluidos por el médico veterinario de acuerdo con la problemática que se sospecha. Así entre otras variables, están los oligoelementos como cobre y zinc, PBI (proteína binding iodine /proteína ligada al yodo) y tiroxina y algunos indicadores del fundamento hepático, como las transaminasas y la bilirrubina el colesterol, la glutaciónperoxidasas y los cuerpos cetónicos.(3)(7)

Metabolitos no convencionales.

Pruebas de funcionamiento hepático (AST, GPT)
Tiroxina.
Bilirrubina.
Colesterol.
Cuerpos cetónicos.

(3)

Estos indicadores corresponden de acuerdo a la problemática que se sospecha. Según el criterio del médico veterinario.(7)

3.3. TECNICA DE MUESTREO.



El perfil metabólico de una cuidadosa herramienta de planificación la cual exige minimizar todas las posibles fuentes de variación que puedan influenciar el resultado del análisis, el encargado directo es el médico veterinario, quien orienta la selección y uniformidad de los animales y los fines del examen si la aplicación del perfil está en función de problemas específicos, se efectuara en el momento oportuno y no después de transcurrido cierto tiempo, cuando los resultados obtenidos pueden ser totalmente irrelevantes.(3)(6)

La representatividad de la cantidad y la categoría de los animales por investigar, la obtención de las muestras, la elección de los anticoagulantes en función de tiempo que medie entre la toma de la muestra y su llegada a laboratorio, así como los métodos de conservación, son aspectos sumamente importantes dentro del programa para asegurar la calidad de análisis.(7)

3.3.1. Grupo de muestreo.

El perfil metabólico se fundamenta en el muestreo de grupos de animales representativos de la población.,



Acerca de la cual interesa establecer la condición metabólica.(7)

Para el muestreo deben tenerse en cuenta la lactancia y la producción, los dos eventos de mayor significación en el bovino adulto. Por tanto, el número de grupos se determina por la composición del rebaño, de acuerdo con su condición fisiológica o su estado reproductivo. Generalmente se estructuran los siguientes grupos:(3)

Grupo I: constituido por animales que están en la lactancia temprana, la mayoría de las vacas tiene una curva de lactancia típica, con un pico productivo alrededor de las 6 semanas. En los inicios de esta etapa, la ingestión de alimentos no satisface las altas demandas de nutrientes que impone la producción, por lo que se observa un balance negativo entre el consumo y las necesidades de nutrientes, es por eso que la determinación de los metabolitos energéticos resulta fundamental. El tiempo óptimo para el muestreo está comprendido entre los 10 y 20 días posparto.(3)(7)(12)

Grupo II: se caracteriza por la íntima relación que se establece entre el proceso productivo. Los animales seleccionados para el muestreo deben estar entre 70 y 100



días posparto, cuando su estado metabólico se han estabilizado y se reinicia la actividad ovárica posparto.
(3)(7)(12)

Grupo III: está conformado por los animales gestantes retirados de la producción láctea (rejo seco), a los cuales hay que monitorear con mucha atención.- En esta etapa la vacas tienen que recuperarse del desgaste sufrido durante la lactancia y culminar satisfactoriamente su gestación, para poder enfrentar el parto y un nuevo periodo productivo. Las últimas 8 semanas es el periodo más adecuado para realizar el muestreo. (3)

Grupo de muestreo:

Vacas en preñez avanzada (desde 8 semanas antes del parto.)
Vacas recién parida (hasta 3 semanas posparto.)
Vacas pospuerperio (a partir de 6 semanas posparto hasta los 7 meses de gestación)
Vacas con historial clínico de trastornos metabólicos.

(3)(12)

El número de animales que se acepta dentro de cada grupo es pequeño. En general, se recomienda un mínimo de 7



animales ya que una con una cantidad menor los promedios y desvíos tiende a caer fuera de los límites estándares, y a influenciar sensiblemente la significación estática.(7)

Lo Ideal es un 20% de cada grupo, un número mínimo 7 vacas por cada grupo, la toma de las muestras en la mañana antes de alimentar, evitar el estreses. Manejo de muestras y élenvió a laboratorios responsables y reconocidos.(3)(7)

Otros ensayos precisan de la formación de grupos de acuerdo con el problema desde el punto de vista reproductivo y grupos controles como de producción.(12)

Grupo de muestreo.

- | |
|--|
| • 1er. Grupo: vacas con producción alta, entre 10 a 20 días después del parto. |
| • 2do. Grupo: vacas con producción media, entre 3 a 5 meses después del parto. |
| • 3er. Grupo: vacas entre 7 a 14 días antes del parto. |

(12)



Los análisis de las muestras de 1er y 2do grupo de vacas son más importantes.(12)

3.4. PERFIL METABOLICO ENERGETICO EN VACAS LECHERAS.

3.4.1. CONCEPTO.-

Los perfiles metabólicos energéticos incluye las determinaciones de glucosa, colesterol total, ácidos grasos no esterificados (AGNE) Y B-hidroxibutirato (BHB) y bilirrubina.(4)

3.4.2. Metabolismo energético

Los ruminantes son herbívoros caracterizados por tener un proceso de digestión fermentativo microbiano. Los microorganismos hacen uso de los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y de los carbohidratos no estructurales como son los almidones y azúcares. Estos carbohidratos junto con el nitrógeno no proteico y proteína verdadera del forraje les permite a los



microorganismos proliferar y producir ácidos grasos volátiles (AGV) como el acetato y butirato que son precursores lipogénicos y propionato como precursor glucogénico. La tasa de producción de propionato y otros AGV está directamente relacionada con el consumo del sustrato fermentable donde la síntesis de propionato es especialmente favorecida por la fermentación de los almidones por las bacterias amilolíticas.(10)

De la dieta, algunos almidones son capaces de sobrepasar la digestión microbiana, siendo absorbidos en el duodeno. De ésta forma, constituyen otra fuente de glucosa para el rumiante, sin embargo no es suficiente para suplir las necesidades energéticas. Por esto el hígado hace gluconeogénesis a partir de propionato y de glicerol. Éste último, proveniente del tejido adiposo durante la lipólisis.(13)

El suministro de propionato al hígado es el principal determinante de la síntesis de glucosa y a medida que éste disminuye, la importancia de otros sustratos glucogénicos como el lactato, aminoácidos y glicerol aumenta. El glicerol, puede provenir de la hidrólisis que hacen los



microorganismos ruminales a los triglicéridos consumidos en la dieta, el cual es transformado en propionato o de la movilización de reservas corporales desde el tejido adiposo.(14)(13)

Algunos órganos como los riñones y el corazón, el sistema músculoesquelético, tejido adiposo y la glándula mamaria, utilizan como fuente de energía ácidos grasos, los cuales se forman a partir de acetato y betahidroxibutirato derivado de la hidroxilación del butirato en el epitelio ruminal.(10)

3.4.3. Generalidades.-

Las pruebas de perfil metabólico energético han sido utilizadas para evaluar la adecuada nutrición de dietas en vacas lecheras durante la lactancia y a la concentración de algunos metabolitos, se utilizan para determinar los requerimientos suplementarios de energía.(4)

EL beta-hidroxibutirato(BHB), los Ácidos grasos no esteroideos(AGNE) y el colesterol proporcionan una indicación del equilibrio energético.(12)



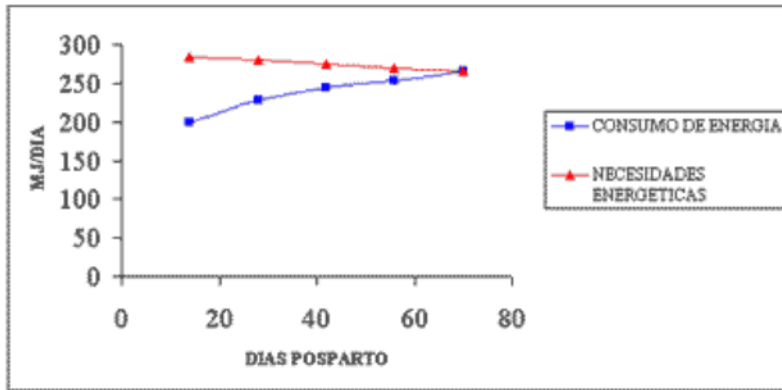
El perfil metabólico energético (analitos) tiene una alta correlación con el nivel de producción de leche, estado productivo, época del año, tipo de dieta y tipo de manejo, por lo que, es una herramienta útil para el diagnóstico del estado Metabólico y nutricional de las vacas.(14)

Los perfiles metabólicos energéticos se han utilizado para evaluar el grado de movilización de grasa y la magnitud del desequilibrio energético.(4)

El perfil metabólico energético podría ser utilizado para establecer y evaluar las estrategias de alimentación que lleven a la vaca a una condición metabólica ideal para su pronta reiniciación de la actividad reproductiva en el postparto temprano(4)

El equilibrio Energético es determinado por la diferencia entre el consumo y los requerimientos de energía libre para mantenimiento y producción (12)

CUADRO 1.- DE CONSUMO DE ENERGIA FRENTE ALAS NESESIDADES ENERGETICAS DURANTE EL POSPARTO.



(15)

En otros estudios se observó que el IPPS (Intervalo entre Parto y el Primer Servicio) tuvo un comportamiento independiente de los efectos de los rebaños, las reservas energéticas y proteicas y las pérdidas de las reservas postparto de las hembras. Hoy en día la determinación del estado metabólico y la estimación de la condición corporal de la hembra constituyen en valiosas herramientas de trabajo en la estructuración de un adecuado programa de atención a la reproducción.(15)

Después del parto la vaca enfrenta un desequilibrio energético que la obliga a realizar un ajuste metabólico, misma que se caracteriza por la movilización de sus



reservas y por los cambios en las concentraciones plasmáticas de algunos metabolitos lípidos involucrados en el proceso del restablecimiento de la actividad reproductiva de la vaca (4)

No séha encontrado cambios drásticos en el metabolismo energético de vacas Holstein a medida que se incremente el número de lactancias.(16)

3.4.4. Perfil metabólico energético sobre la actividad reproductiva.

La fertilidad esta correlacionado con el peso vivo los cambios de peso y la condición corporal, es decir musculo, grasa intramuscular y grasa subcutánea (disponibilidad, reserva e interrelación proteína–energía.) La disminución en el porcentaje de concepción, en el periodo de la lactancia de las vacas se ha determinado que el factor responsable de los trastornos reproductivos en este estado fisiológico particular es la magnitud de la secreción de energía neta en la leche Las lactancias largas y mayores exigencias nutricionales debidos a la mayor producción láctea, afectando el metabolismo basal y



desencadenando la activación del mecanismo homeostasis que median una pérdida de prioridad metabólica para el sistema reproductor.(16)(14)

La disponibilidad de energía está directamente relacionado con el patrón de pulsatilidad normal LH (8)

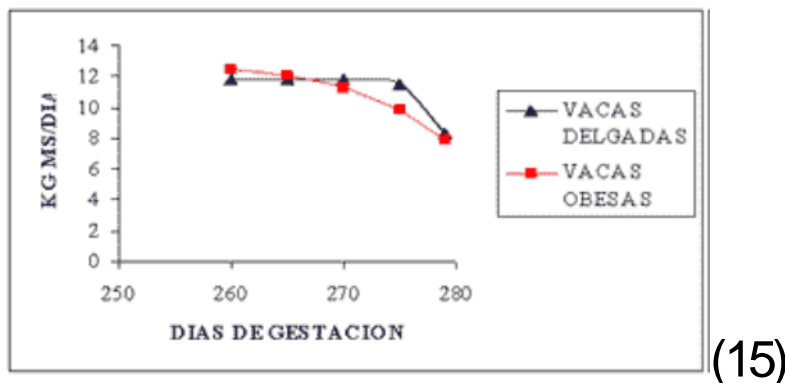
Generalmente, los animales en producción tienden a un déficit de energía, que pueden alcanzar cierta severidad dependiendo de la producción de leche, la adaptación al medio ambiente y la cantidad y calidad del alimento.
(12)(17)

El costo energético para lograr la adaptación a temperaturas y humedades críticas se refleja en problemas nutricionales y enfermedades metabólicas, elevando los costos de producción y generan menor volumen de leche por lactación.(6)

En una situación de déficit energético los animales sufren alteraciones metabólicas que consiste básicamente en la activación de la Glucogénesis y la movilización de las

reservas lipídicas, lo que con lleva a la pérdida de peso durante el periodo lactacional (12)

CUADRO 2.- CONSUMO DE MATERIA SECA.



La leptina es una hormona de 146 aminoácidos, secretada al torrente sanguíneo por los adipocitos blancos. Ha sido implicada en diferentes funciones fisiológicas y asociada con algunas características productivas y reproductivas en animales domésticos. Al ser la leptina una hormona secretada por el tejido adiposo, la concentración de ésta en sangre es mayor cuanto mayor sea la proporción de grasa corporal. Sugirieron que la leptina es un predictor de peso corporal, circunferencia escrotal y concentración de testosterona en suero, el cual provee las bases para investigar la interacción entre el crecimiento y reproducción en ganado.(13)



En caso de balance energético negativo (BEN) se presenta un rápido incremento en la utilización de glucosa para generar lactosa ocasionando hipoglicemia y por ende hipoinsulinemia que como se sabe, conduce rápidamente a una lipidosis (movilización de las reservas corporales) y estimula intensamente el apetito, a través de una mayor disponibilidad de AGV para la oxidación hipotalámica(16)

En animales de alta producción láctea se desencadenan importantes cambios homeostáticos en el post-parto temprano afectando la relación proteico-energético, con la consecuente disminución de la producción de leche en la siguiente lactancia y retardo de la recuperación ovárica post-parto, marcada por una relación inversa entre glicemia y algunos índices de los parámetros reproductivo (número de servicios por concepción, intervalo entre parto, periodo abierto y el seco.) (16)

Gestación.- las necesidades de todo los nutrientes esenciales se incrementa en el último tercio de la gestación en especial la demanda energética donde la glucosa constituye el 50% del sustrato energético para el



feto, el 25% lactato y el 25% restante proviene de los aminoácidos con unos requerimientos de 500gr de glucosa al final de la gestación(16)

Lactancia.- la prioridad metabólica que alcanza la glándula mamaria en la época que rodea al parto se acrecienta con el aumento en el nivel de leche producida en el primer mes, así pues; si los nutrientes disponibles no cubren la demanda para este estado fisiológico se retardará en el reinicio de la ciclicidad ovárica.(16)(17)

El exceso temporal de proteína que se presenta al comienzo del invierno, se refleja, desde el punto de vista metabólico, en elevadas concentraciones séricas de Aspartato aminotransferasa AST/GOT Transaminasa glutámico oxalacética que sugieren el déficit energético (poca disponibilidad energética para metabolizar el exceso de proteína; desequilibrio energético-proteína).(16)(17)

La deficiencia simultánea de energía-proteína en el postparto es común en vacas de explotaciones lecheras y doble propósito en épocas de invierno (cuyos hallazgos de



AST/GOT y bilirrubina sugieren deficiencia energética y proteína.(4)

En épocas de verano, muy intenso, se produce una reducción en la formación de ácidopropionico, precursor de glucosa y en no pocas ocasiones se pueden observar problemas metabólicas y reproductivas asociadas a falta de apetito por estrés calórico y alta humedad circulante.(16)

3.4.5. Demanda de nutrientes y partición de nutrientes durante la lactancia temprana

Demanda de nutrientes y partición de nutrientes durante la lactancia temprana. En el momento del parto e iniciación de la lactancia cambian los requerimientos (mantenimiento y producción) que no son suplidos con el consumo de materia seca (CMS). En vacas sanas a los 4 días postparto, los requerimientos de ENL y proteína metabolizable exceden el consumo en 26 y 25%, respectivamente. Además, los cálculos para la utilización de ENL y proteína metabolizable por la glándula mamaria para la producción de leche representan el 97 y el 83% de



la ingestión respectivamente, lo que deja poco para cubrir las necesidades de mantenimiento(5).

sí, una vaca lechera de 500 kg de peso vivo requiere 500 g de glucosa por día sólo para mantenerse viva y sin perder peso, mientras que cuando produce 30 kg de leche por día los requerimientos se elevan a 2500 g diarios de glucosa.(5)

CUADRO I - CAMBIOS METABOLICOS ASOCIADOS CON EL COMIENZO DE LA LACTACION.

<u>FUNCION FISIOLÓGICA</u>	<u>CAMBIO METABOLICO</u>	<u>TEJIDO AFECTADO</u>
SINTESIS DE LECHE	+CAPACIDAD DE SINTESIS + FLUJO SANGUINEO +CAPTACION DE NUTRIENTES	MAMARJO " "
METABOLISMO LIPIDICO	+LIPOLISIS - LIPOGENESIS +OXIDACION DE LIPIDOS	ADIPOSO " OTROS TEJIDOS
METABOLISMO DE LA GLUCOSA	+GLUCONEOGENESIS - USO DE GLUCOSA	HIGADO OTROS TEJIDOS
METABOLISMO PROTEICO	+MOVILIZACION PROTEICA	MUSCULO Y OTROS TEJIDOS
METABOLISMO MINERAL	+ ABSORCION +MOVILIZACION	INTESTINO HUESO
INGESTION	+ CONSUMO DE ALIMENTOS	SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
DIGESTION	+HIPERTROFIA DE MUCOSA DIGESTIVA +CAPACIDAD DE ABSORCION	APARATO DIGESTIVO "

(DE INGVARTSEN ET AL, 2000)

(14)



3.4.6. Requerimientos de la glándula mamaria

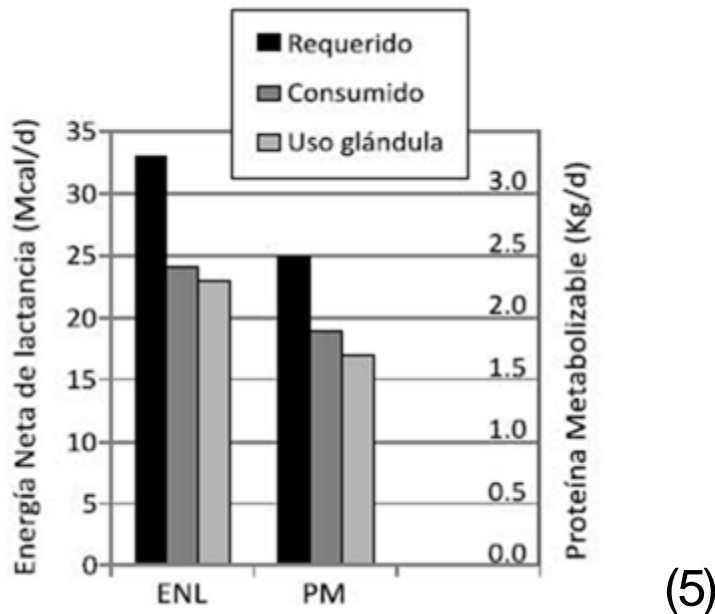
El principal sustrato que requiere la glándula mamaria para la producción de leche es la glucosa, la cual puede requerir hasta un 80% del total de glucosa producida. Por consiguiente, la importancia de la gluconeogénesis hepática se destaca, incrementándose su tasa por el hecho de que los requerimientos se incrementan 4 veces en animales con una genética alta en la lactancia. Algunos autores indican que el hígado de la vaca debe más que duplicar su producción de glucosa en el parto con el fin de satisfacer esta demanda.(15)

Por otra parte, para la producción de grasa en la leche se utiliza sustratos como ácidos acético y butírico provenientes de la fermentación ruminal.(11)

Los requerimientos tanto de glucosa y grasa para la producción de leche no son suplidos totalmente por la dieta, lo que induce a la lipólisis es decir, la movilización de reservas corporales con el fin de obtener energía a través de la beta oxidación en las mitocondrias de las células hepáticas y por otra parte para exportar triglicéridos desde

hígado en lipoproteínas de muy baja densidad para la formación de grasa en la glándula mamaria.(11)

Cuadro 3.- Requerimientos de la glándula mamaria.



3.4.7. Adaptaciones metabólicas y energéticas en las vacas en la lactancia temprana

Efectos de la movilización de tejido adiposo La movilización de la grasa corporal se produce a través de la liberación de AGL (ácidos grasos libres) que proceden, en general, de la hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo en el torrente sanguíneo, para ser transportados al hígado por la albúmina sérica. Los datos disponibles sugieren que el



hígado toma estos AGL en proporción a su oferta, pueden ser esterificados formando triglicéridos (TG) y exportados en VLDL. Sin embargo, para la síntesis de éstas lipoproteínas es necesaria la glucosa, la cual es limitada.(12)

De otro lado, los AGL (ácidos grasos libres), pueden ser convertidos por los peroxisomas y por la mitocondria a través de la beta-oxidación en Acetil. CoA. Este último se combina con el Ácido Oxalacético y entra en el ciclo de Krebs para producir ATP (Nguyen et al., 2008; Pabón, 2004; Relling y Mattioli, 2002). En éste punto, el metabolismo de las grasas compite con la gluconeogénesis porque ambas reacciones seriales necesitan oxalacetato. Debido a que, si no hay suficiente oxalacetato disponible por la falta de precursores glucogénicos (propionato, acetato, glicerol, o aminoácidos) o por la gran demanda de glucosa necesaria para la síntesis láctea, el Acetil. CoA no puede ser introducido en el ciclo de Krebs y por tanto será convertido a cuerpos cetónicos (CC): acetona, acetoacetato, β -hidroxibutirato.(12)



Los cueros cetónicos son una importante fuente de energía durante el ayuno, la lactación o la preñez, pero pueden alterar el estado metabólico cuando su concentración excede 0.4 mmol/L. Esto explica, la acumulación de triglicéridos (TG) que conlleva al síndrome de hígado graso, alterando la función hepática(15)

3.5. INTERPRETACIÓN DE LOS ANALITOS MÁS IMPORTANTES DEL PERFIL METABOLICO ENERGETICO

El Balance Energético Negativo (BEN) es esencialmente universal en las vacas lecheras durante las primeras semanas de lactación, resultando que la mayoría de ellas lo soportan sin desarrollar enfermedades posparto durante el intento de adaptar su metabolismo al BEN. El bienestar de las vacas, así como el beneficio obtenido de ellas podrían mejorarse sustancialmente, si se conocieran mejor los factores que desencadenan la alta incidencia de enfermedades posterior al parto de la vaca lechera.(8)

Indicadores metabólicos permiten la evaluación del status energético de la vaca lechera.(3)



EL BHB, los AGNE (ácidos grasos no esteroideos), colesterol, glucosa y la bilirrubina proporcionan una indicación del equilibrio energético.(17)

3.5.1. GLUCOSA

3.5.1.1. Antecedentes.

La glucosa representa la primera línea del nivel de energía basal en ganado bovino. Normalmente, la concentración de glucosa en la sangre es regulada por las hormonas insulina y glucagón.(12)

La glucosa es el primer representante del metabolismo energético. En el organismo animal todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para otros ésta es imprescindible como el cerebro, eritrocitos y glándula mamaria. Los primeros antecedentes con relación a la evaluación del metabolismo energético en bovinos hacen referencia a la determinación de la concentración de glucosa en muestras de sangre. La glicemia es regulada por un complejo y eficiente control endocrino que el organismo mantiene sobre su concentración, lo que permite



que se mantenga siempre muy constante, independiente de factores asociados a la dieta. Sin embargo, se pueden encontrar animales hipo glucémicos principalmente en el inicio de la lactancia porque los animales pueden no estar aptos para enfrentar el déficit energético que ocurre en este periodo.(9)

La concentración de glucosa está en el plasma bovino, no es tan buen indicador del balance energético como BHB o AGL.(18)

3.5.1.2. Valores de referencia.

Valores de referencia de la glucosa.

Valores normales
Antes del parto: 55-70 mg/100ml
Postparto hasta la 5 ^{ta} semana: 40 ml/100ml.
A partir de la 6 ^{ta} semana postparto: >50mg/ml.

(7)

El ganado lechero tienen valores promedios normales de glucosa 2.84-2.86mmol/l.(12)



3.5.1.3. Interpretación.

La hipoglucemia es un signo razonablemente compatible con la cetosis primaria y el síndrome de la vaca gorda en bovinos.(19).

Valores $> 70\text{mg} / 100\text{ml}$ en periodo no lactante indican exceso energético (predisposición a acumulación de cuerpos cetónicos-acetonemia.)(7)

Valores inferiores a $50\text{mg}/100\text{ml}$ en el puerperio cursan con aumento de la bilirrubina sérica provocando una acetonemia subclínica.(7)

Valores inferiores a $50\text{mg}/100\text{ml}$ a partir de la 6^{ta} semana indican acetonemia subclínica y déficit energético en la dieta.(7)



El bajo valor global de glucosa encontrado (2.72 mmol/l) puede estar indicando un proceso de adaptación al bajo nivel de energía de los alimentos(12)

En estudios cubanos Margolles (1993) indica que valores inferiores 2.41 mmol/l en vacas lecheras; esta dado, por bajo pastoreo y baja suplementación de concentrado. (12)

Valores más altos en glucosa fueron encontrados en las novillas de acuerdo a lo reportado por (Margolles) es de (3.22 y 3.19 mmol/L)(12)

Los valores más bajos de glucosa fueron hallados en vacas secas acompañadas con mayor puntuación de condición corporal, pueden estar relacionados con sus menores requerimientos energéticos(12).

Margolles (1993) refiere que el ganado en pastoreo no sufre mayores cambios en la glucemia durante la lactación.(12)



Bajos niveles de glucosa: afecta la actividad hipotálamo, inhibiendo o retardando la liberación de la GnRH afectando la producción de FSH Y LH.(10)

Valores inferiores a 40mg /100ml se relacionan con anovulación, degeneración de óvulos, celos prolongados, ovulación retardadas. (7)

En otro estudio, Rossati (2001) observo una mayor duración de intervalo entre el parto y la concepción en vacas con menores valores de glucosa y beta-hidroxi-butilato elevados niveles de urea.(15)

El análisis de la situación metabólicas en todos los estados se destaca en las anéstricas la elevada frecuencia de hipoglucemia, hipocalcemia déficit inmunológico, uremia e hipofosforemia.(15)

En estudios de dietas para vacas lecheras postparto con (ionóforos), concluyeron.- Que los ionoforos incrementan las concentraciones séricas de glucosa, posiblemente, porque modifica la tasa acético-propionico para la formación de glucosa a través de la gluconeogénesis.(14)



3.5.1.4. Correctivos para el desbalance en la dieta.

Diversos estudios han confirmado que los ionóforos reducen notablemente la concentración sanguínea de B-hidroxibutirato e incrementan la concentración sanguínea de glucosa, lo cual disminuye el riesgo de cetosis subclínica en el primer tercio de la lactancia de vacas lecheras.(14)

“Los ionóforos pueden mejorar el metabolismo energético y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas comunes en vacas lecheras durante el primer tercio de lactancia.”A este respecto, en los últimos años se han desarrollado estrategias alimenticias interesadas a minimizar los efectos adversos que el balance energético negativo ejerce sobre la vaca en el postparto temprano.(4)(20)

3.5.2. COLESTEROL.

3.5.2.1. Antecedentes.



El colesterol es el principal representante de los esteroides en el organismo, y es considerado esencial por las funciones que realiza, precursor de las hormonas esteroideas y de los ácidos biliares. Además, es un elemento estructural de las lipoproteínas, también está en íntima relación con la glándula tiroides y esta a su vez con el metabolismo del calcio y los carotenos.(4)(12)(17)

El colesterol y los ésteres son lípidos importantes en la dieta y proviene de las grasas

Y fosfolípidos de las plantas. Los lípidos es abundante en los tejidos animales pero también existen una actividad biosíntesis principalmente hepática; su eliminación se efectúa por excreción biliar y láctea. (4)

En la sangre, el colesterol total existe en forma libre o esterificada con ácidos grasos, siendo esta última la predominante. Para ser transportado en el plasma o linfa, el colesterol se une a las lipoproteínas que lo solubilizan en el agua intravascular(4)



Algunos autores mencionan “que los procesos de la lactación y gestación, donde intervienen hormonas del metabolismo, como somatotropina, insulina y cortisol, son responsables por la movilización de reservas energéticas y por la disponibilidad de colesterol para la síntesis de hormonas esteroidales, fundamentales en esos procesos metabólicos.”(12)

Los lípidos tienen importancia tanto en el aspecto nutricional como en el estado reproductivo en que se encuentra el bovino. Ya que el colesterol es el precursor para la esteroidogénesis en todo los tejidos secretores de esteroides. La cantidad de lípidos consumidos en la dieta están relacionados con los cambios en las concentraciones sanguíneas de colesterol y pueden mejorar la biosíntesis lútea de progesterona, modular la dinámica folicular y acelerar la actividad lútea en el posparto. (4)

La puntuación de la condición corporal es una herramienta útil para evaluar las reservas de grasa en ganado.(12)



3.5.2.2. Valores referénciales.

Valore de referencia del colesterol.

<ul style="list-style-type: none">• Hasta la 4^a semana antes del parto: 130 ± 30 mg/100 ml
<ul style="list-style-type: none">• 3 semanas antes del parto hasta 2 semanas posparto 85 ± 15 mg/100 ml
<ul style="list-style-type: none">• A partir de la 3^a semana posparto: 160 ± 15 mg/100 ml

(7)

El rango de referencia de las concentraciones plasmáticas es de $4.18 + 1.43$ mmol/L.(6)

3.5.2.3. Interpretación.

Mediante la determinación del colesterol antes del parto se pueden reconocer oportunamente a las vacas que se encuentra en condiciones de sufrir fiebre de leche y así tomar los correctivos necesarios Las vacas caídas por hipocalcemia cursan con hipocolesterolemia y estos valores se pueden detectar desde antes del parto.(7)(8)



Los valores más bajos de concentración de colesterol se observan en el parto. La vaca presenta una serie de adaptaciones metabólicas previo al inicio a la lactancia; encontrando dentro de estas una intensa movilización de grasa como consecuencia de un déficit energético, producido por una disminución en el consumo voluntario de la materia seca (MS), el crecimiento fetal, el crecimiento de las glándula mamaria y el inicio en la preparación para la lactancia. Lo que con lleva a la hipocolesterolemia, entre otros. (5)

Al aumentar el consumo de materia seca postparto, la colesterolemia aumenta; pero; presenta una correlación negativa. Con la cantidad de leche, producida, lo que refleja una mayor exigencia energética impuesta por el aumento en la producción de leche. Un requerimiento nutricional más bajo al disminuir la producción de leche favoreció una colesterolemia más alta en las vacas al final de la lactancia.(5)



Los valores más altos de colesterol en vacas lecheras al final de la lactación son un hallazgo común en vacas lecheras.(12)

El menor valor de colesterol en novillas está asociado a sus menores necesidades productivas y reproductivas.(12)

Tanto la hipocolesterolemia como la hipercolesterolemia producen alteraciones quísticas en los ovarios. Los bajos valores de colesterol se asocian con menor síntesis de hormonas esteroideas, entre ellas, estrógenos y progesterona, lo cual estaría influyendo en el comportamiento reproductivo de las vacas de alta producción normalmente por deficientes índices productivos.(6)(19)

Fisiológicamente el colesterol es necesario para la síntesis de sales biliares, vitamina D y hormonas gonadales y corticoadrenales, además participa en la composición de tejido y secreciones. Patológicamente, se eleva en el hipotiroidismo, diabetes mellitus, obesidad, síndrome, nefrótico, pancreatitis aguda entérica, trastornos que



disminuye en la insuficiencia hepática mala absorción en hipertiroidismo. (4)

3.5.2.4. Correctivos en la dieta.

La suplementación con lípidos (grasa de by-pass) se han utilizado para incrementar la densidad energética de la dieta con la finalidad de minimizar los efectos del balance energético negativo (BEN) prevenir desordenes metabólicos, favorecer la producción láctea, restaurar la perdida de la condición corporal y mejorar el desempeño reproductivo de la vaca. (4)

3.5.2.5. ALTERNATIVAS AL MEJORAMIENTO DEL BALANCE ENERGETICO

Suplementación lipídica en la dieta de la vaca lechera como alternativa al mejoramiento del balance energético, producción y composición de la leche

Las dietas de los ruminantes suelen contener entre un 2 y un 5% de grasa, aproximadamente la mitad de éstos son ácidos grasos. La tendencia ha sido incrementar la



concentración energética de la dieta suplementándola con grasa en forma de semillas ricas en lípidos, o directamente como grasa vegetal o animal. Ésta puede ser procesada o protegida para facilitar su incorporación en los concentrados, prevenir el efecto negativo que pudiese tener sobre la digestión de la fibra en el rumen, evitar posibles perjuicios sobre la microbiota ruminal y evadir, al menos en parte, su hidrogenación en el rumen.

La adición de grasa a la dieta ha sido propuesta como una forma posible de disminuir la concentración de AGL y ayudar a prevenir la incidencia de cetosis. Los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos dentro del sistema linfático y no es necesario que pasen primero por el hígado. Esta grasa puede proporcionar por lo tanto, energía para los tejidos y la glándula mamaria. La hipótesis de Kronfeld es que el aumento en la disponibilidad de energía disminuiría la Concentración de AGL. Sin embargo, la alimentación con grasa en el período de parto no disminuyó las concentraciones plasmáticas de AGL. Se administró 454 g/d de un suplemento de grasa desde los primeros 3 días de lactancia; las concentraciones de grasa no afectaron las concentraciones de AGL, BHB en plasma y TG en el hígado durante el posparto temprano, y tendió a



disminuir el CMS (consumo de materia seca) y la producción de leche durante los primeros 21 días de lactancia.

En otro estudio realizado al suplementar con grasa a los animales (400 g/vaca/día), las vacas que recibieron el suplemento con grasa tuvieron más alta producción de leche ($p < 0,05$) y los kg grasa y lactosa totales producidos. Las concentraciones plasmáticas de colesterol fueron significativamente más altas ($p < 0.01$) en vacas suplementadas después del día 30 de tratamiento. La mayoría de investigaciones realizadas en ganado de leche ha mostrado un incremento en la producción de la leche, con un aumento en el contenido de grasa, sin afectar la proteína, en contraste con otras, que reportan una disminución en la proteína, y otras que no han encontrado cambios significativos.

En investigaciones realizadas sobre el efecto de la suplementación con grasas a vacas lecheras en pastoreo, donde las fuentes de grasa usadas incluyeron grasas inertes en el rumen como grasa hidrogenada de pescado, sales de Ca y ácidos grasos de alto punto de fusión y la



cantidad de grasa suplementada varió de 200 a 1000 g/d, se encontró que en promedio, la suplementación con grasa no afectó el consumo total de MS total ($0.3 + 1.3$ kg/d, $p=0.83$), aumentó la producción de leche (1.43 kg/d + 0.37 kg/d, $p<0.01$), no afectó el porcentaje de grasa (0.025 unidades porcentuales + 0.149 , $p=0.87$) ni el de proteína (0.019 unidades porcentuales + 0.034 , $p=0.54$).

Bargo, (2002), reporta desde diferentes estudios en pastoreo que la suplementación con grasa no reduce significativamente el contenido de proteína en leche (0.02 g/100g). La producción de proteína en la leche incremento en 22.8 g/día con la suplementación de grasa principalmente porque incrementa la producción de leche. Los mecanismos metabólicos que explican la reducción en el contenido de la proteína en la leche con la alimentación con grasa no están completamente entendidos (Bargo, 2002). Se postula que el déficit de glucosa, ocasionado por el incremento de ácidos grasos libres de absorción intestinal y la mayor síntesis de lactosa, podría explicar en parte la disminución de la concentración de proteína en leche después de la suplementación con grasa. Sin embargo, los resultados experimentales que apoyan ésta hipótesis son escasos. Otros autores, sugieren que en



realidad la suplementación con grasa puede ser una manera de producir un recambio de la glucosa en el animal.

Así mismo, se evaluó la respuesta de vacas Holando Argentino multíparas en lactancia temprana, en términos de producción y composición química de la leche, utilizando dos tratamientos, testigo y la incorporación de aceite hidrogenado de pescado en la dieta. En ésta investigación se evaluaron 4 periodos de lactancia: 1-30, 31-45, 46-60 y 61-75. La incorporación de grasa hidrogenada de pescado a la dieta representó un aumento significativo en la producción diaria y en el contenido de grasa en la leche. La producción de grasa y proteína fue significativamente mayor en las vacas que recibieron grasa hidrogenada de pescado en todos los períodos. En éste trabajo se conduyó por lo tanto, que la incorporación de un suplemento de alta densidad energética puede mejorar significativamente los rendimientos de grasa y proteína láctea.

Schroeder et al. (2002), también evaluaron el efecto del aporte de sales calcicas insaturadas de ácidos grasos (AGI-Ca) en vacas lecheras en pastoreo, sobre la producción y composición química de la leche (incluyendo niveles de ácidos grasos), consumo, variación de peso vivo



y de estado corporal y metabolitos. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la sustitución de grano de maíz por AGI-Ca en vacas de lactancia media y en pastoreo, incrementó la producción de leche y de proteína láctea, sin modificar la producción de grasa butirosa.

Vacas alimentadas con pasturas de alta calidad y suplementadas con grasas saturadas tuvieron un incremento en la producción y concentración de grasa en la leche. Cuando la suplementación de grasa estuvo compuesta principalmente por ácidos grasos insaturados, la concentración de grasa en la leche disminuyó, probablemente debido a la disminución de la síntesis de en la glándula mamaria por el efecto directo de ácidos grasos insaturados de cadena larga específicos. Sin embargo, la producción de grasa en la leche no fue afectada por la mayor producción de leche (Schroeder et al., 2002).

En general Schroeder et al. (2004), sustentan que la suplementación con grasa a la dieta parece aumentar la producción de leche de las vacas alimentadas con pastos de alta calidad. La respuesta a la suplementación con grasa depende en gran medida del tipo de grasa



suplementada y la etapa de lactancia. Se plantea que los mayores y mejores efectos en la utilización de grasas sobrepasantes se logran en el primer tercio de lactancia (hasta 120 días después del parto). Estos aumentos en la producción de leche pueden estar relacionados con una mejor utilización de la energía en lugar de un aumento de la ingestión energética. Por otra parte, la concentración de proteína de la leche se redujo con la suplementación de grasa aunque este efecto fue atribuido al efecto de dilución debido a un incremento en el volumen de la leche. Sin embargo, a pesar de encontrarse resultados positivos en producción y composición de la leche, otros estudios muestran efectos negativos en el contenido de proteína. En un estudio realizado con sales cálcicas del ácido linoleico, se incrementó la grasa pero disminuyó la proteína.

Gallardo et al. (2001) Considera que para que no se produzca un efecto negativo en el contenido de proteína de la leche al suplementar con grasa protegida, se debe formular una dieta que no contenga más de 400 g de grasa protegida, suplementando principalmente durante la etapa de transición y la lactancia temprana, cuando las vacas de alto mérito genético manifiestan el balance energético



negativo. Sin embargo, este aspecto aún no es claro, lo que hace necesario más investigaciones sobre éste tema.

3.5.3. BILIRRUBINA.

3.5.3.1. Antecedentes

La bilirrubina está estrechamente relacionada con metabolismo energético. Sus niveles denotan fallas en la alimentación y estados estresantes agudos.(7)

3.5.3.2. Valores referenciales.

• Antes del parto: < 0.30mg/100 mL
• 1 ^a -2 ^{da} semana posparto: < 0.45mg/100 mL
• A partir de la 3 ^a semana posparto:<0.30 mg/100mL.

(3)



3.5.3.3. Interpretación.

Su determinación es muy importante en hatos de alta producción lechera durante las 3 primeras semanas del puerperio se diagnosticaría de cetosis subclínica (falta de energía).(7)

Bilirrubina alta con glucosa baja conducen a una acetonemia clínica o subclínica. Bilirrubina alta con glucosa normal indicio de acidosis ruminal y calcio disminuido.(7)

3.5.4. ACIDOS GRASOS LIBRES.

Ácidos grasos libres o ácidos grasos no esterificados (AGL o NEFA). Miden la movilización de grasa (lipomovilización) y su determinación es importante en vacas secas (3-10 d antes del parto). Los valores normales son de $\leq 0.4 \text{ mmol/L}$.(18)

Los ácidos grasos no esterificados o AGL proceden en general, de la hidrólisis de los triglicéridos tisulares. Su estudio es importante porque representa la movilización de



las reservas energéticas. Los niveles de AGL tienen alta variación durante el día, dependiendo del tiempo que el animal este sin comer, factores ambientales como el estrés por ejemplo.(13)

3.5.4.1. Triglicéridos

Los triglicéridos son ésteres de los ácidos grasos con el glicerol. Son los principales componentes de los depósitos en el tejido adiposo y predominan en 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. La concentración de triglicéridos (TG) en sangre disminuye en la medida que se produce un déficit energético, al producirse la movilización de grasas y alcanzar el hígado, los AGL son reesterificados a TG y enviados de nuevo a los tejidos extrahepáticos dentro de las VLDL; pero en los casos de un déficit energético éstos compuestos se almacenan en el hígado produciendo en consecuencia su engrasamiento, que será proporcional a la cantidad de lípidos movilizada (Grummer, 1993). La concentración de TG varía con la etapa de la lactancia debido a su utilización por la glándula mamaria.(13)(11)



3.5.5. BETA-HIDROXIBUTIRATO.

3.5.5.1. Antecedentes.

B-hidroxibutirato (BHB). Es un cuerpo cetónico que en el plasma de los animales se aumenta cuando existe deficiencia de energía. (BHB) representa la movilización de lípidos. (12)(18)

Es un cuerpo cetónico, el (β HB) es un producto fisiológico del metabolismo de los glúcidos y lípidos. Proviene de la fermentación de los hidratos de carbono en el rumen, Sus precursores son las grasas y los ácidos grasos de la dieta, su precursor directo es el ácido butírico, cuyo metabolismo ocurre especialmente en el epitelio ruminal y en el hígado donde es transformado finalmente. Son producidos en la movilización de reservas de grasa, son convertidos en el hígado en acetoacetato y después en β HB, el cual puede ser una fuente de energía para la síntesis de la grasa en la leche. El β -hidroxibutirato posee un efecto glucogénico indirecto, menor al del propionato y mayor al del acetato. (3)(7)



Durante el período de mayor demanda fisiológica de glucosa como ocurre en el primer tercio de la lactancia en vacas de lechería, los animales presentan una deficiencia nutricional de ácidos grasos para la oxidación y producción de energía, de modo que la degradación de los carbohidratos se reduce, y por consiguiente, la concentración de oxalacetato es insuficiente para reaccionar con el acetil-CoA formado, razón por la cual tiene lugar la condensación entre parejas de grupos acetil, originando ácido acetoacético, el cual origina al ácido β -hidroxi-butírico y acetona. Estos tres compuestos son los denominados cuerpos cetónicos, los que en forma natural sirven como fuente de energía principalmente en tejidos periféricos como músculo esquelético.(3)

Las concentraciones de cuerpos cetónicos se elevan en animales que padecen cetosis clínica y subclínica, como ocurre en vacas de alta producción, provocando pérdidas económicas por costos de tratamientos y menor producción de leche. La cetosis subclínica es de especial interés en consideración a su elevada prevalencia, la que en vacas Holstein alcanza a un 43% durante la segunda semana de lactancia con pérdidas que pueden alcanzar a USD 78 por caso de cetosis subclínica. Esta condición es factible



detectarla mediante el uso de pruebas específicas que permiten determinar el aumento de la concentración de cuerpos cetónicos como el β hidroxibutirato en la sangre, o el acetoacetato en la leche y orina.(2)

3.5.5.2. Valores referenciales.

El valor de referencia de los cuerpos cetónicos en preparto es <0.5 mmol/L y en la lactancia <1.0 mol/LEl nivel óptimo para vacas en lactancia es ≤ 1.2 mmol/L (7)

3.5.5.3. Interpretación.

El valor mayor de BHB en las vacas al inicio de la lactación refleja lipomovilización. Los valores menores de BHB en las vacas lecheras reflejan menor lipomovilización.(12)

Fisiológicamente se encuentra valores basales de BHB producto de la fermentación ruminal.(6)

El aumento BHB de la concentración se origina en la movilización del tejido adiposo como respuesta al balance



energético negativo (BEN), situación frecuente en la primera fase de la lactación.(3)

La condición corporal (CC) en el periodo seco, mostraron igual valores altos de BHB en el trópico en ganado lechero. (6)

La concentración de β -hidroxibutirato se encuentra relacionada directamente con la tasa de movilización de reservas lipídicas en momentos de déficit energético, y es el indicador más usado para determinar dicho balance. Altas concentraciones de (BHB) están directamente relacionadas con tasas elevadas de movilización de reservas grasas, del mismo modo, valores plasmáticos de (BHB) tienen una mayor utilidad en los casos en que la demanda de glucosa por el organismo es crítica como al inicio de la lactancia y al final de la gestación. (6)

Del mismo modo también es posible determinar el balance energético en un animal aplicando la Prueba de Rothera que se realiza en muestras de leche siendo de menor costo y más fácil implementación en un rebaño, la cual tiene una



mayor sensibilidad para acetoacetato Este último es el principal precursor de grasa en la leche, proviene de la formación de los ácidos grasos volátiles sintetizados en el rumen como producto de la fermentación de los carbohidratos de la dieta, aunque existe un porcentaje muy pequeño que es de origen endógeno.(6)

CUADRO.- RESUMEN DE MEDIDAS POSIBLES PARA PREVENIR TRASTORNOS METABOLICOS.

<u>MEDIDAS</u>	<u>OBJETIVO QUE SE PRETENDE.</u>
Periodo de transición >3 semanas	Adaptación de la microflora ruminal y recuperación de las papilas.
Alimentación restringida o dilución energética	Estimular el metabolismo intermediario.
Mantener el consumo de proteína total y ajustar la degradabilidad.	Evitar el derroche de energía de detoxificación y proveer reservas proteicas y precursores glucogénicos.
Adición de grasa sin modificar la condición	Favorecer la proliferación de



corporal	peroxisomas hepáticos.
Uso de aminoácidos protegidos.	Mejorar el perfil proteico que llega al intestino sin aumentar los aportes de proteína total.
Modificación del aporte mineral y uso de acidificantes metabólicos.	Activar los mecanismos de mantenimientos de la normocalcemia.
Administración de vitaminas, oligoelementos y aditivos.	Estimular la inmunidad y los sistemas enzimáticos.

CITADO POR (20)



4. CONCLUSIONES.

- En ganaderías con animales con alta producción de leche podrían existir desbalances metabólicos energéticos nutricionales que limiten la producción.
- Dada la marcada diferencia entre épocas secas y lluviosas, podría existir con mayor frecuencia de algunas enfermedades metabólicas, como la cetosis subclínica.

.



5. RECOMENDACIONES.

- Que se debería realizar un estudio de los perfiles metabólicos en la región para determinar y comparar los valores de referencia con otros estudios.



6. ANEXOS.

ANEXOS I

Toma de muestras.

En la evaluación de experimentos nutricionales se recomienda no tomar muestras muy cerca de la fecha en que se comenzó la suplementación de alimentos. En las evaluaciones de dietas, el muestreo es más confiable cuando hayan transcurrido como mínimo 2 semanas luego del cambio de la ración, pues el ambiente ruminal, y en particular la flora, demora de 2 a 3 semanas para restablecer y adaptarse a las nuevas condiciones.(3)

Con respecto a la hora del muestreo, no deben obtenerse muestras inmediatamente después de la ingestión de alimentos. Las investigaciones realizadas demuestran un aumento en las concentraciones de glucosa y urea plasmática luego de la ingestión de leche y alimentos concentrados.(3)

Se han encontrado variaciones diurnas en las concentraciones de betahidroxidobutirato, urea, calcio,



sodio, magnesio y cobre, entre otras. Las muestras más idóneas para fines bioquímicos se obtiene en la madrugada, aunque la dificultad para conseguir que los animales ayunen, y otras razones prácticas, se oponen a ello. lo aconsejable es muestrear los animales al menos 3 horas después de la última ingestión de alimentos, preferiblemente en horas de la mañana.(3)

Sangre

La toma correcta de la muestra de sangre para fines bioquímicos asegura la calidad del diagnóstico. Es importante conocer los cambios que experimenta la sangre, tanto in vivo como in vitro; es allí donde se encuentra las principales fuentes de error en el análisis sanguíneo: en los requisitos que debe reunir el animal donante durante la toma de muestra y en la conservación. Los cambios in vivo tienen que ver con el sitio de obtención de la muestra, el periodo previo de ayuno, la excitación del animal y si este se halla bajo tratamientos con drogas; los cambios in vitro son causados por el metabolismo celular y por la coagulación, hemolisis, desecación, envejecimiento y contaminación de la muestra.(3)

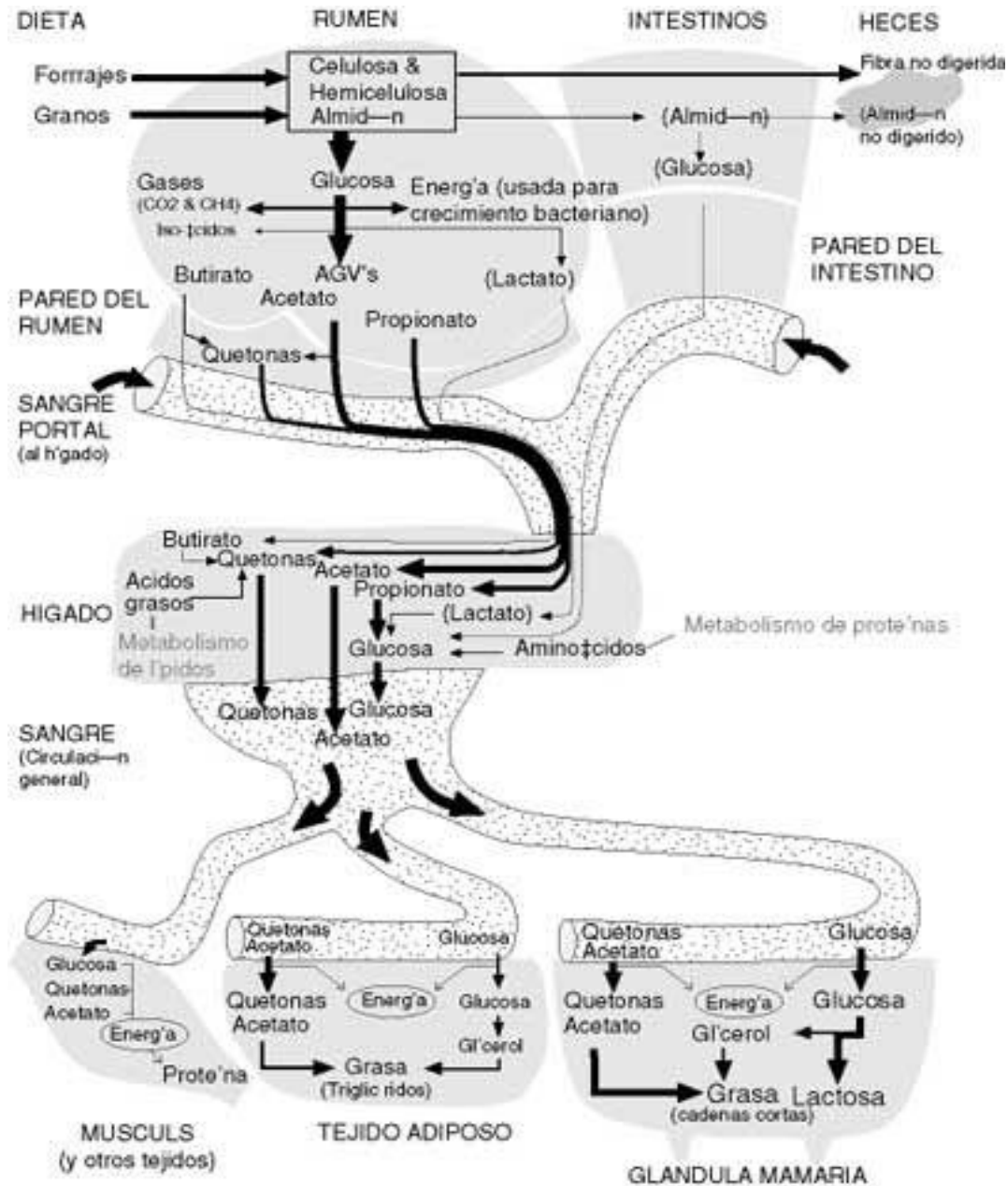


Las fuentes principales de obtención de sangre son la vena yugular, la arteria coccígea y la vena mamaria.(3)

ANEXO II

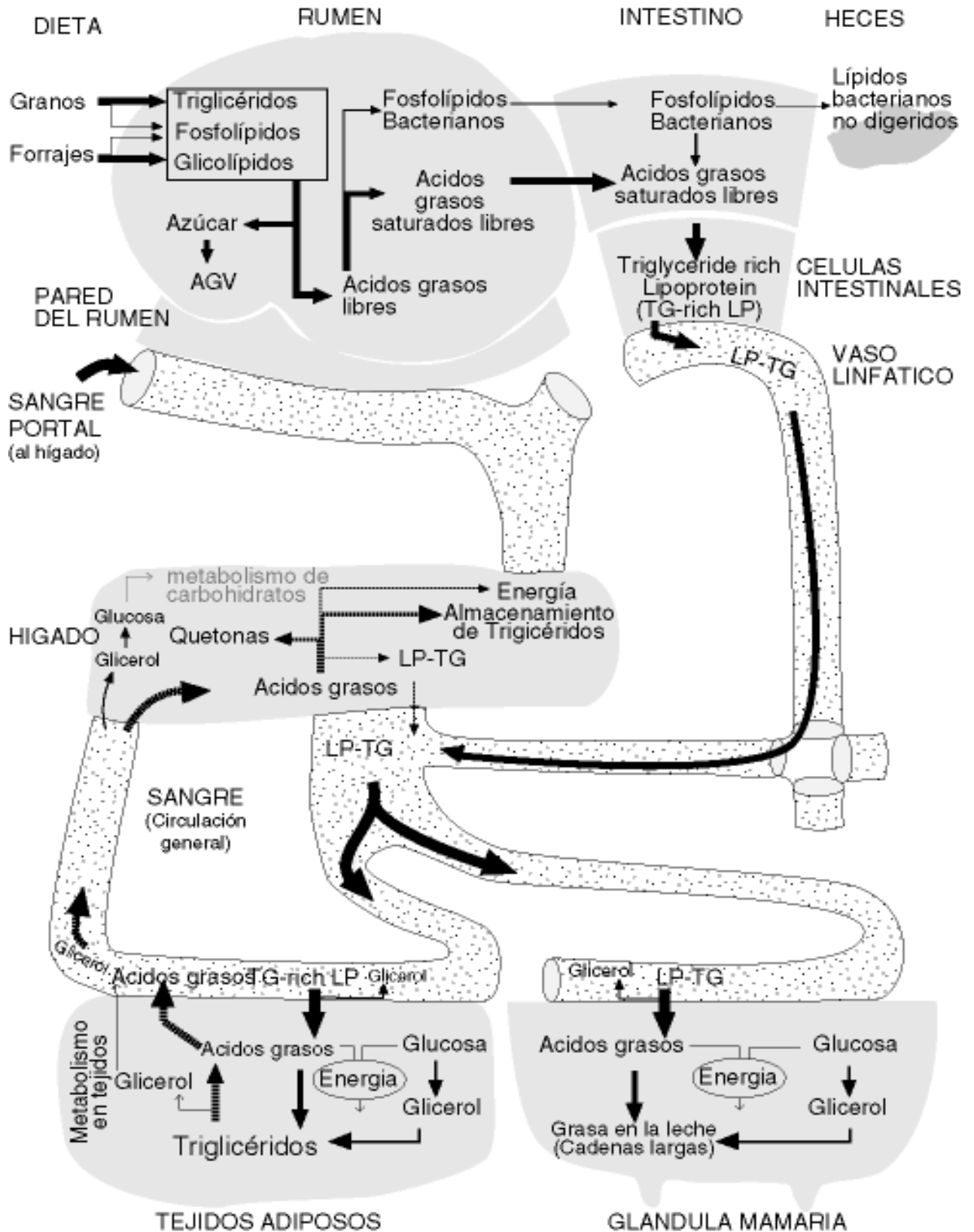
RUTA METABOLICA DE LOS NUTRIENTES (ENERGIA).

RUTA METABOLICA DE LOS HIDRATOS DE CARBONO.



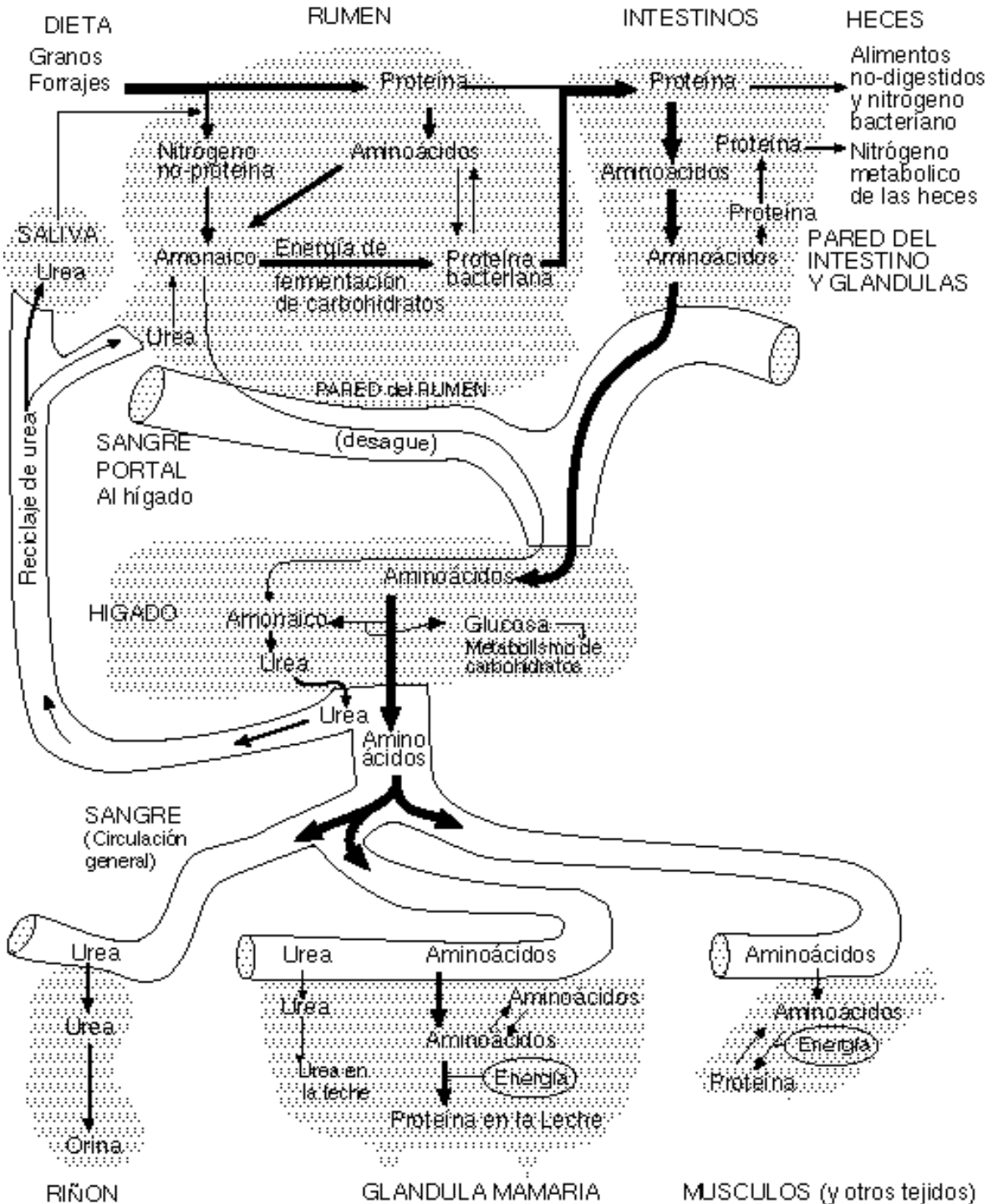
(3)

RUTA METABOLICA DE LA GRASA



(3)

RUTA METABOLICA DE LAS PROTEINAS.



(3)



ANEXOS III

Condición corporal.

Para el adecuado manejo nutricional y reproductivo de vacas de alta producción. Los técnicos requieren de conocimiento de tecnologías que, sustentadas en bases científicas, contribuyan a perfeccionar el manejo del hato.(2)

La determinación del estado corporal de los animales representa sin duda una práctica de manejo inobjetable para mejorar la eficiencia del sistema ya que el mismo evalúa el balance energético del animal y sus reservas corporales. Los cambios en el estado corporal sirven como una herramienta rápida para evaluar las desviaciones nutricionales (sud o sobrealimentación) y permiten ajustar un adecuado programa de alimentación.(2)

Los momentos adecuados para chequear el estado corporal son los siguientes:

- Al parto



- Durante el examen reproductivo(primer chequeo ginecológico después del parto entre 30 a 45 días)
- Durante el examen reproductivo para la verificación de preñez.
- Al secado.(8)

Cada punto de condición corporal representa de 50 – 60 kg de reservas corporales.(2)

Tabla 1. Caracterización del índice de condición corporal de la vaca lechera

Índice	Caracterización	Descripción
1	Muy flaco	Area alrededor de la cola totalmente descarnada y vértebras totalmente prominentes. Apariencia física emaciada.
2	Flaco	Huesos visibles de la cadera, pero no prominentes. Vértebras no visibles pero palpables al tacto.
3	Moderado	Huesos de la cadera discernibles mediante ligera presión. Área alrededor del nacimiento de la cola, llena; pero sin señales de deposición de grasa.
4	Grueso	Huesos de la cadera discernibles, solamente con la palpación fuerte. Area del nacimiento de la cola cubierta de tejido adiposo.
5	Muy grueso	No se observan huesos y el nacimiento de la cola aparece totalmente lleno de tejido adiposo. Evidencias fuertes de tejido adiposo en todo el cuerpo.

Adaptado de Wildman *et al.* (1982)

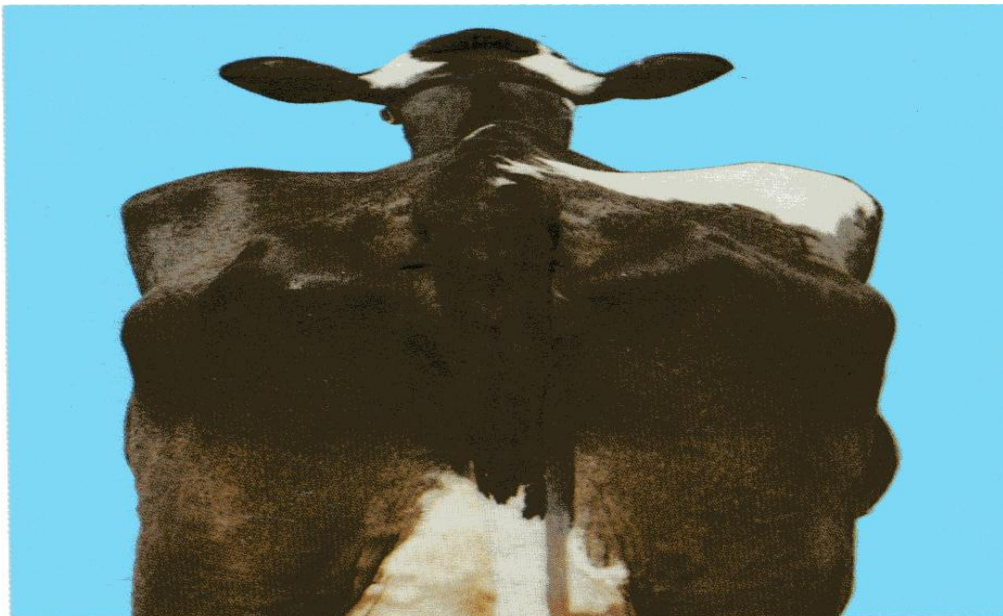
(8)



CALIFICACION = 1

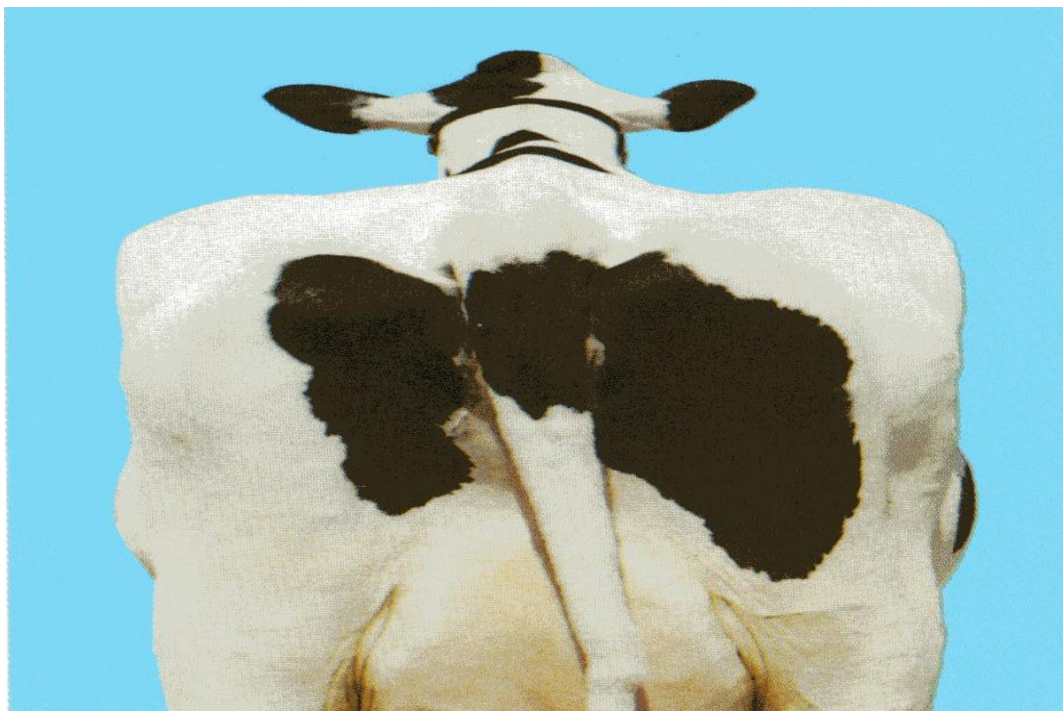
Presenta una cavidad profunda alrededor de la base de la cola. Los huesos de la pelvis y del lomo son fácilmente visibles. Sin tejido graso en las áreas pélvica o del lomo. Depresión profunda en el lomo.

(19)



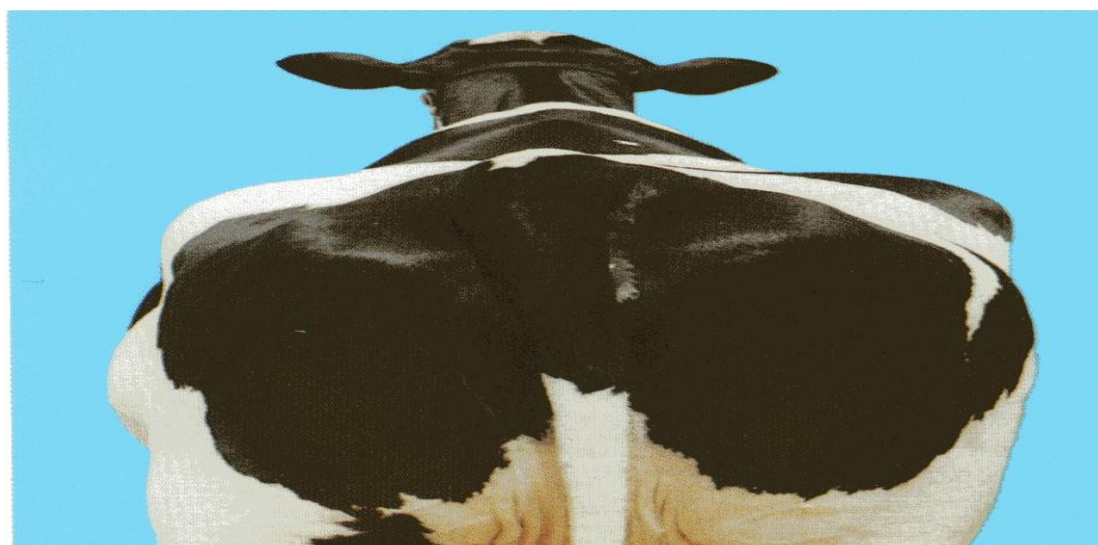
CALIFICACION = 2

Cavidad superficial alrededor de la base de la cola con algo de tejido graso recubriéndolo al igual que las puntas de agujas. La pelvis se detecta fácilmente. Extremos de las costillas flotantes se presentan redondeados y en la superficie se pueden sentirlos aplicando ligera presión. Se nota una depresión visible en el área del lomo.



CALIFICACION = 3

El area alrededor de la base de la cola se presenta lleno de tejido graso fácilmente palpable en el area. La pelvis puede sentirse con ligera presión. Capas gruesas de tejido cubren los extremos de las costillas flotantes, que aún se pueden sentir aplicando ligera presión. Ligera depresión en el area del lomo.



CALIFICACION = 4

Pliegues de tejido graso son vistos alrededor de la base de la cola con masas de grasa cubriendo las puntas de agujas. La pelvis puede palparse con presión firme. Las costillas flotantes no pueden ser sentidas. No se detecta ninguna depresión en el area del lomo.



CALIFICACION = 5

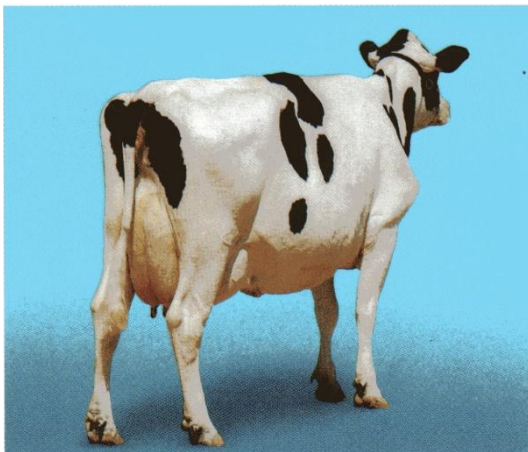
La base de la cola se encuentra recubierta por una capa gruesa de tejido graso. Los huesos de la pelvis no pueden ser sentidos aun aplicando presión firme. Las costillas flotantes están cubiertas con una capa gruesa de tejido graso.



CALIFICACION = 1



CALIFICACION = 2



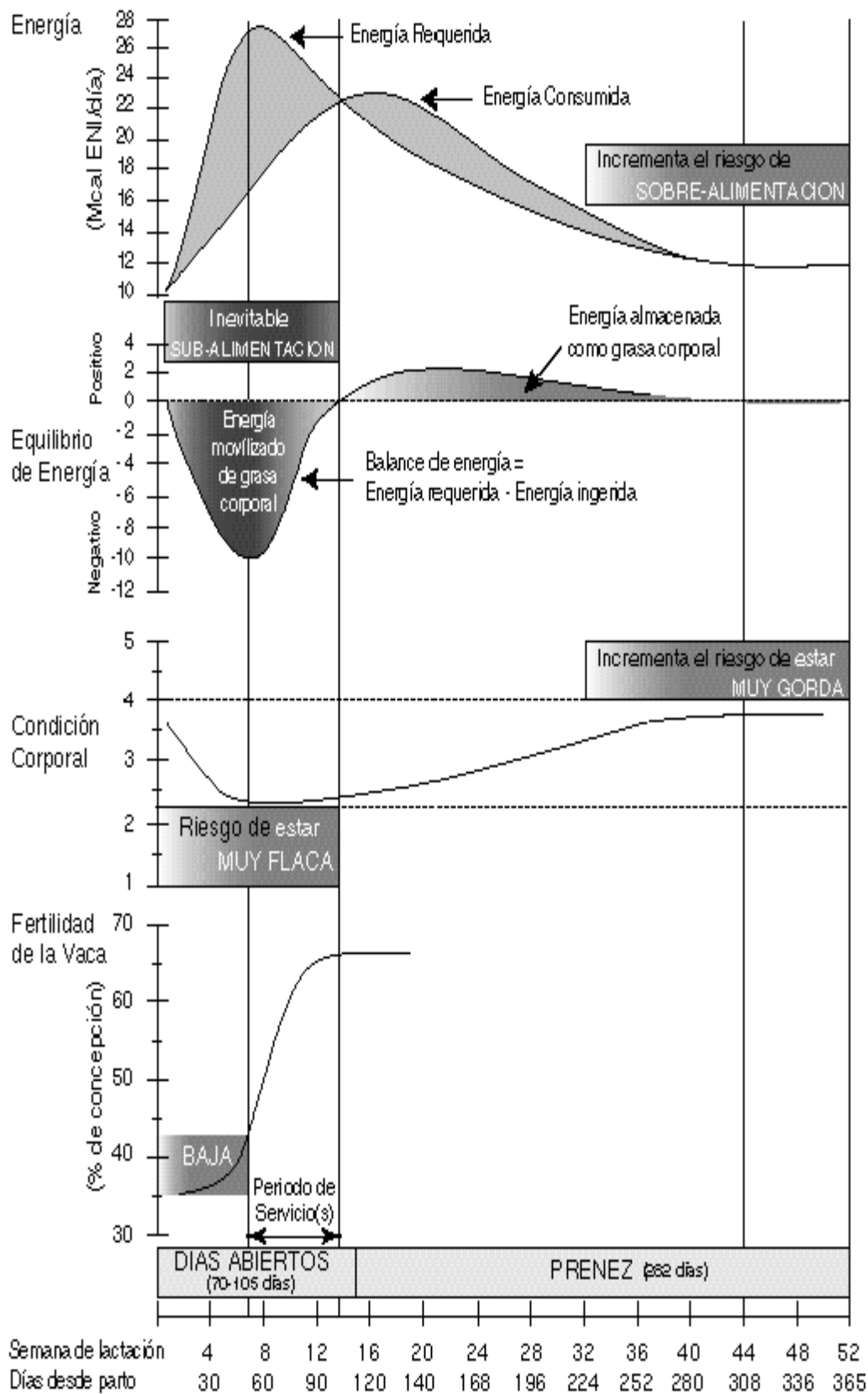
CALIFICACION = 3



CALIFICACION = 4



CALIFICACION = 5

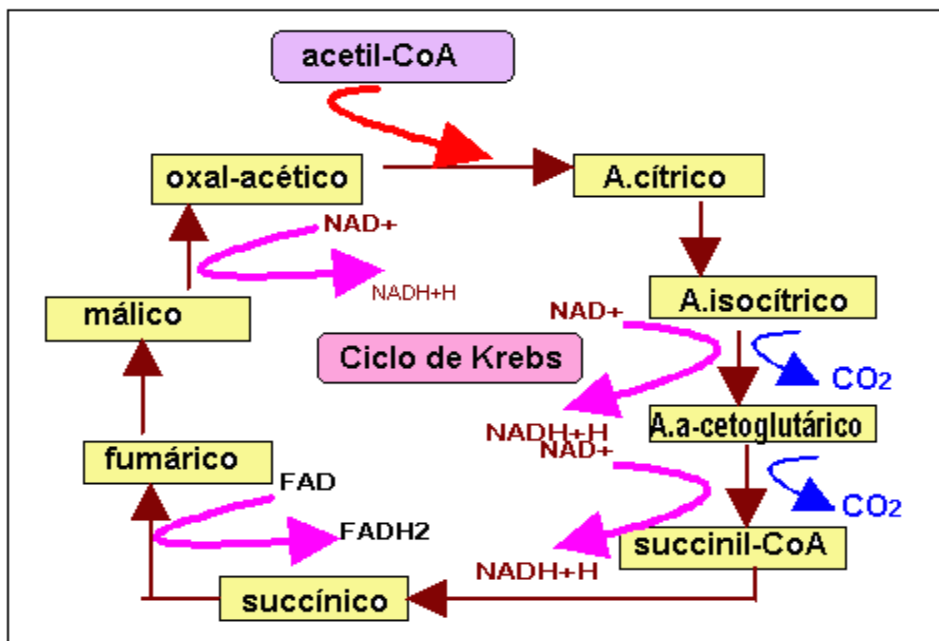


(10)

La evaluación de la condición corporal debe transformarse en una práctica de rutina para el adecuado manejo de los animales. Muchos trabajos de investigación han demostrado la existencia de una relación directa entre el estado corporal de la vacas lecheras, su nivel nutricional productivo, sanitario y de fertilidad. La utilización de la escala de la condición corporal, a través de la observación y palpación de ciertas regiones anatómicas, mediante una escala apropiada de acuerdo al biotipo animal, constituye la metodología más confiable que se dispone actualmente.(8)

ANEXOS IV

CICLO DE KREBS.



(3)



7. Bibliografía

1. **AGROPECUARIO, MAGAP III CENSO.** AGRO ECUADOR. *PRODUCCION DE LECHE EN EL ECUADOR.* [En línea] 2010. [Citado el: 15 de SEPTIEMBRE de 2012.] <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>.
2. **BLOOD, DOUGLAS C.** *MEDICINA VETERINARIA. TRATADO DE LAS ENFERMEDADES DE LOS ANIMALES DEL GANADO BOVINO.* BUENOS AIRES. : McGRAW-HILL, 2012.
3. **Alvarez Calco, jorge luis.** *BIOQUIMICA Y METABÓLICA DEL BOVINO EN EL TRÓPICO.* MEDELLIN : UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 2008.
4. **Vargas Soberanis, jose.** universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. *Evaluacion del perfil metabólico y conción corporal y su relación con el estado reproductivo de vacas en el trópico seco Michoacano.* [En línea] marzo de 2009. [Citado el: 5 de junio de 2012.] <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2009/Marzo/evaluacion%20del%20perfil%20metabolico%20y%20condicion%20corporal%20y%20su%20relacion%20con%20el%20estado%20reproductivo%20de%20vacas%20en%20el%20tropico%20seco%20michoacano.pdf>.
5. **Cevallos, Alejandro, y otros, y otros.** Rev Col Cienc Pec. *Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías.* [En línea] 28 de septiembre de 2001. [Citado el:



27 de mayo de 2012.]

<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/68/67>.

6. Campos G, Rómulo, Cubillos, Carolina y Rodas, Angela G. scielo. *Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia*. [En línea] 07 de marzo de 2007. [Citado el: 1 de junio de 2012.]

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122007000200005.

7. HINCAPIE, J. *PERFILES METABOLICOS*. [CURSO DE GRADUCION DE "BUITRIA"] CUENCA : s.n., 2012.

8. Bradford, p Smith. *Medicina Interna de Grandes Animales*. Buenos Aires -Argentina : ELSEVIER MOSBI, 2010 CUARTA EDICION.

9. Oblitas Guayán, Fernando. Sistema de Revisiones en Investigación. *Uso de los perfiles Metabólicos en el diagnostico y prevencion de traqtornos metabolicos nutricionales en vacas lecheras*. [En línea] 2008. [Citado el: 31 de mayo de 2012.]

http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Oblitas_perfiles_metabolicos1.pdf.

10. Andrade de Sabogali, Nohora Beatriz, Rivera Gaona, Miguel German y Torres Moreno, Guillermo. linea de investigacion pecuaria. [En línea] junio de 1998. [Citado el: 3 de junio de 2012.]

www.vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/..../seriado2.rtf.

11. Viamonte Garces, Maria Isabel y Fagardo Rivero , Hector. Revista Electrónica Granma Ciencia.



Comportamiento de algunos indicadores metabólicos en hembras bovinas criollas anéstricas en el Valle del Cauto.
[En línea] 03 de diciembre de 2010. [Citado el: 4 de junio de 2012.]
http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol14/3/2010_14_n3.a2.pdf. ISSN 1027-975X.

12. **Campos , R, Carreño, E S y Gonzales, F D.** REDALYC. *PERFIL METABÓLICO DE VACAS NATIVAS COLOMBIANAS.* [En línea] 2004. [Citado el: 2 de JUNIO de 2012.] <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/896/89680203.pdf>. 0121-3709.

13. **LAGUNA , JOSE y PIÑA , ENRIQUE.** *BIOQUIMICA DE LAGUNA.* CIUDAD DE MEXICO : M/M MANUAL MODERNO, 2007.

14. **Ayala Oseguera, J, y otros, y otros.** inia. *Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas contenido lasalocida y cultivos de levaduras.* [En línea] 2001. [Citado el: 31 de mayo de 2012.]
http://www.inia.es/gcontrec/pub/ayala_1161096738421.pdf.

15. **berlot valdes, Jose alberto y Alvarez Calvo, Jorge luis.** reduc. *Evaluación de las causas de anestro en rebaños bovinos lecheros .* [En línea] 2010. [Citado el: 3 de junio de 2012.]
<http://www.reduc.edu.cu/147/05/1/14705114.pdf>.

16. **Rugeles, Clara.** REDALYC. *INTERRELACIONES ENTRE NUTRICION Y FERTILIDAD EN BOVINOS.* [En línea] 2001. [Citado el: 1 de JUNIO de 2012.]
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/693/69360104.pdf>. 1909-0544.



17. **GALVIS, RUBEN D, MUÑERA, EDWIN A y MARIN, ANDRES M.** Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *REDALIC*. [En línea] *REVISTA PECUARIA DE COLOMBIA*,, 23 de AGOSTO de 2005. [Citado el: 23 de JUNIO de 2012.] <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/23/0>. *Rev Col Cienc Pec Vol. 18:3, 2005.*
18. **bouda, jar, y otros, y otros.** UNAM. *MONITOREO, DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN DE TRASTORNOS METABÓLICOS EN VACAS LECHERAS*. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de MAYO de 2012.] <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf>.
19. **BRADFORD, SMITH.** *MEDICINA INTERNA DE GRANDES ANIMALES*. BARCELONA : ELSEVIER MOSBY, 2010.
20. **Roldan, V.P, y otros, y otros.** *REDVET. ESTUDIO COMPARATIVO DE PERFILES METABOLICOS MINERALES DE VACAS LECHERAS GESTANTES PERTENECIENTES DE LA REGION CENTRO DE SANTA FE*. [En línea] DICIEMBRE de 2005. [Citado el: 1 de JUNIO de 2012.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120503.pdf>.
21. **Depablos, luis, y otros, y otros.** sitio argentino de produccion animal. www.produccion-animal.com.ar. [En línea] 2009. [Citado el: 31 de mayo de 2012.] www.produccion-animal.com.ar.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

22. alvarez diaz, carlos A. *FISIOLOGIA DIGESTIVA
COMPARADA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS.*
MACHALA - ECUADOR : IMPRENTA MACHAL S.A., 2007.